Promising Scientific Achievements in Science, Education and Production – 2025

Series of monographs
Slovak Publishing House
NES Nová Dubnica s.r.o.

Monograph 4

Publishing House NES
Nová Dubnica s.r.o., 2025

Promising Scientific Achievements in Science, Education and Production – 2025

Series of monographs
Slovak Publishing House
NES Nová Dubnica s.r.o.
Monograph 4

Publishing House NES Nová Dubnica s.r.o., 2025

Series of monographs Slovak Publishing House NES Nová Dubnica s.r.o., Slovenská Republika

Monograph 4

ISBN 978 – 966 – 8434 – 05 – 4 - 6S

Editorial compilation
Publishing House NES Nová Dubnica s.r.o.
M.Gorkého 820/27, P.O.BOX
018 51 Nová Dubnica, Slovenská Republika
tel. +421-42-4401 209

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER 1. MODERN BASICS OF ECONOMICS, MANAGEMENT AND TOURISM

1.1. Influence Marketing in the Confectionery Market

The contemporary confectionery market is marked by dynamic competition, constant shifts in consumer preferences, and rapid transformations in communication channels. These changes necessitate increasingly flexible and effective marketing tools. One of the most influential instruments in recent years has been influencer marketing, which leverages collaborations with opinion leaders to generate persuasive, authentic content that shapes consumer attitudes and drives purchasing behavior. Its growing importance stems from the broader trend toward digitalization, which has fundamentally reshaped the ways producers interact with their audiences, primarily through social networks and online communities.

In the global context, the expansion of e-commerce and the diversification of digital platforms have created favorable conditions for integrating influencer marketing into the promotional strategies of confectionery companies. This tool allows firms not only to increase brand visibility but also to establish trust—an essential factor in categories driven by emotional and hedonic consumption patterns. Moreover, influencer collaborations enable confectionery producers to adapt promotional messages to regional cultural norms and consumption practices. For companies entering foreign markets, the ability to tailor content to local expectations often determines the success of their marketing campaigns.

The Ukrainian confectionery industry faces a unique set of challenges. Military conflict, declining consumer purchasing power, and disruptions in logistics and production chains have reshaped market behavior. Under such conditions, the effective use of marketing tools becomes not only desirable but strategically necessary for maintaining competitiveness. Influencer marketing offers a more personalized and emotionally engaging form of communication that addresses these challenges. Furthermore, it enables producers to respond more rapidly to fluctuations in demand and to build relationships with consumer communities that remain active even during periods of economic decline.

At the same time, international studies emphasize that companies must pay particular attention to cultural adaptation, regulatory constraints, and the economic efficiency of influencer collaborations. Global practices demonstrate that integrating influencer marketing into a firm's overall promotional strategy yields measurable benefits only if content, message framing, and formats align with local trends and consumer values. This is particularly pertinent for confectionery products, where emotional perception, visual appeal, and brand storytelling play a decisive role.

Thus, there is a need to assess the potential of influencer marketing as a tool for promoting confectionery products in international markets, particularly in light of current global trends and the challenges faced by Ukrainian producers. A comprehensive understanding of consumer behavior, market dynamics, cultural factors, and the strategic use of digital channels is essential for improving the positioning of Ukrainian brands abroad. The development of evidence-based recommendations for integrating influencer marketing into cross-border promotion strategies represents both a theoretical and practical challenge one that holds significant promise for strengthening the competitiveness of Ukrainian confectionery companies.

The issue of enhancing the competitiveness of enterprises in domestic and foreign markets has been widely explored in both Ukrainian and international scholarship. A substantial body of research focuses on identifying the determinants of competitive advantage and on developing methodological approaches to assess competitive performance in evolving market conditions.

(Dovbnia & Krasina, 2023) S. Dovbnia and K. Krasina propose a comprehensive methodology for evaluating enterprise competitiveness. Their work emphasizes integrating diagnostic tools that enable companies to assess internal strengths, market positioning, and strategic potential to improve competitive performance. According to the authors, competitiveness assessment should be treated as a dynamic process that reflects changes in the external environment and requires constant strategic adaptation.

(Klepikova & Sharova, 2022) S. Klepikova and A. Sharova examine the challenges of developing an international marketing strategy, highlighting the need for firms to align promotional activities with global trends and cultural contexts. They argue that successful international marketing relies on a thorough understanding of cultural norms, consumer values, language-specific communication styles, and behavioral preferences across different countries. The authors conclude that the effectiveness of international advertising campaigns depends directly on a company's ability to adapt communication strategies to diverse cultural environments. A. Semonenko extends this perspective by emphasizing the importance of early market penetration strategies and the growing intensity of competition among international producers. His research emphasizes that companies must continuously revise and optimize their promotional strategy to secure long-term commercial success abroad.

(Venger et al., 2024) Consumer value formation in the Polish confectionery market is analyzed by V. Venger and co-authors, who note that the sector is undergoing a significant transformation. They identify several key drivers of change: shifting consumer expectations, rising demand for premium and natural products, and the increasing role of digital communication channels. Their findings suggest that companies must adapt pricing, product design, and promotional communication to remain competitive in regional markets.

(Parkhomenko et al., 2025) The competitiveness of enterprises in Ukraine and Slovakia is the focus of research conducted by N. Parkhomenko, L. Vilčeková, and P. Štarchoň. Their studies demonstrate that maintaining competitive performance in transitional economies requires integrating modern marketing practices into the strategic decision-making process. The authors place particular emphasis on consumer behavior, innovation, and brand perception as determinants of market success.

(Chystiukhina, 2024) A. Chystiukhina explores the specifics of marketing and branding in the confectionery and café business, underscoring the importance of emotional perception in consumer decision-making. She argues that, in product categories associated with pleasure and indulgence, consumers are highly responsive to visual aesthetics, storytelling, and symbolic associations. These insights highlight the importance of crafting marketing messages that appeal not only to functional attributes but also to emotional and experiential dimensions.

(Pidhurska & Larina, 2022) V. Pidhurska and Y. Larina analyze the consequences of the COVID-19 pandemic for the Ukrainian confectionery market. They show that the crisis led to financial losses, supply chain disruptions, and a significant decline in consumer purchasing power. However, the authors also note a shift in consumer behavior toward digital channels, which has created new opportunities for implementing innovative communication tools, including influencer marketing, online advertising, and direct-to-consumer distribution.

Issues related to current developments in the Ukrainian confectionery market are addressed in analytical materials produced by O. Kozachenko. His analysis identifies key trends, including unstable domestic demand, increased import competition, and the growing role of exports. Kozachenko's work underscores the importance of adapting promotional strategies to current market realities, with a particular focus on consumer trust and loyalty.

D. Korolov discusses innovative marketing strategies to overcome market challenges, emphasizing the importance of combining traditional advertising with digital tools. His findings reveal that integrated communication strategies that harmonize mass media, social media, and influencer-based promotion—achieve the highest efficiency, particularly in markets undergoing structural transformation.

(Chmut, 2024) A. Chmut examines the operational challenges facing Ukrainian confectionery enterprises, including rising production costs, logistical uncertainties, and the need to enhance energy efficiency. The study highlights the importance of strategic planning and financial management to ensure competitive sustainability.

(Tsybko, 2023) Finally, N. Tsybko focuses on the role of partnership marketing in developing long-term business relationships. Her research shows that strategic collaboration between firms, distributors, and promotional partners can significantly enhance market presence and consumer loyalty.

Taking together, the existing literature provides a broad and multilayered perspective on the development of the confectionery market and the tools required to strengthen enterprise competitiveness. However, a noticeable gap remains: the role of influencer marketing as a structured, economically measurable tool for promoting confectionery products in international markets has not been sufficiently studied. While many authors stress the growing importance of digital channels, few examine how influencer collaborations may be systematically integrated into cross-border marketing strategies.

This gap underscores the need for further research to develop methodological and practical recommendations for using influencer marketing to enhance the competitive performance of Ukrainian confectionery producers in global markets.

Numerous macroeconomic, technological, and socio-cultural factors shape the development of the global confectionery market. The combined influence of these drivers determines the dynamics of consumer preferences, competitive behavior among producers, and the overall structure of the industry.

In recent years, the international confectionery market has experienced moderate but steady growth. According to industry research, the global market was valued at approximately USD 185.5 billion in 2022, with forecasts projecting expansion to USD 229.3 billion by 2028, reflecting an average annual growth rate of around 3.6%. The key contributors to this growth include the rising demand for "clean label" products, the premiumization of chocolate and confectionery assortments, and a growing emphasis on health-oriented product attributes.

A notable trend in global consumer behavior is the increasing preference for products with natural ingredients, reduced sugar content, and the absence of artificial additives. Consumers are becoming more conscious of sustainability, and this awareness extends to confectionery products, prompting manufacturers to adopt eco-friendly packaging, introduce organic lines, and reformulate products to meet evolving expectations.

Digitalization is increasingly shaping distribution and communication strategies within the industry. The growth of e-commerce, mobile shopping, and social media platforms has transformed promotional models. These technological shifts allow companies to reach broader audiences, deliver personalized content, carry out targeted advertising, and respond quickly to market fluctuations. Influencer marketing, in particular, has become a powerful tool for product promotion, given its ability to stimulate trust and generate meaningful consumer engagement.

Another critical factor is the intensification of competition. The global confectionery market remains highly concentrated, with several multinational corporations dominating market share. As of 2022, the most prominent companies included:

Mondelez International — approximately 14.5%

Mars Inc. — approximately 10.4%

Ferrero Group — approximately 9.5%

These corporations invest heavily in innovation, digital marketing, sustainable production practices, and expanding their presence in emerging markets. Their strategies shape global market standards and serve as benchmarks for smaller producers.

At the same time, consumers in different regions exhibit distinct preferences influenced by cultural traditions, purchasing power, and dietary habits. For example:

North American and Western European markets show high demand for premium dark chocolate and organic confectionery.

Asian markets demonstrate increasing interest in unique textures, hybrid flavors, and limited-edition seasonal items.

Regions with lower purchasing power tend to favor budget-friendly assortments and smaller packaging formats.

Table 1

Key indicators of confectionery markets

Indicator	World market	Ukrainian market
Market size in 2022 (monetary sales volume)	≈185.5 billion USD	Significant reduction due to military operations and economic crisis
Forecast for 2028 (monetary sales)	≈229.3 billion USD (expected average annual growth of ≈3.6%)	– (stagnation is predicted due to declining purchasing power)
Main growth drivers	Demand for healthy, premium, natural products	Price maintenance due to falling incomes; loyalty to local brands
Major players (market share)	Mondelez (≈14,5 %), Mars (≈10,4 %), Ferrero (≈9,5 %)	"Roshen", "Mondelez", "Konti" (together ≈60% of the market)

Source: [9; 10]

Global logistics disruptions, fluctuating raw-material prices (particularly for cocoa), and geopolitical uncertainty have also influenced production costs and supply chain stability. These factors encourage manufacturers to diversify supply sources, optimize production processes, and adopt more flexible operational models.

Alongside these trends, marketing practices in the confectionery sector are undergoing a significant transformation. Traditional advertising channels, such as television and print media, are losing influence, especially among younger audiences. Companies increasingly rely on digital communication, including collaborations with micro- and nano-influencers, recipe-based content, product tastings, and interactive social media engagement. These formats help build long-term relationships with consumers and enhance brand visibility across various segments.

In summary, the global confectionery market is evolving under the influence of sustainability trends, health consciousness, digitalization, and intensified competition. For companies seeking to strengthen their international presence, particularly in culturally diverse markets, integrating innovative promotional tools such as influencer marketing into their overall strategy is crucial to achieving long-term growth and competitive differentiation.

The Ukrainian confectionery market demonstrates unique characteristics shaped by economic instability, the ongoing military conflict, and fluctuations in consumer demand. Despite these challenges, the sector remains an essential component of the national food industry, supported by both long-standing domestic producers and international brands operating in the Ukrainian market.

The market has historically been dominated by several major players, most notably Roshen, Konti, and Mondelēz International, which together account for approximately 60% of total market share. These companies maintain extensive production facilities, invest in technological modernization, and actively expand their product assortments. Brand recognition established distribution networks, and continued adaptation to consumer preferences reinforce their strong positions.

Over the past few years, consumer behavior in Ukraine has undergone a significant transformation. Declining household incomes have led to a shift toward more affordable confectionery products and smaller packaging formats. Consumers increasingly prioritize price, while brand loyalty though still relevant has weakened under economic pressure. At the same time, Ukrainian consumers demonstrate appreciation for domestic brands, which are often perceived as more trustworthy and aligned with national identity.

The influence of global trends is also evident in the growing demand for products containing natural ingredients, reduced sugar, and environmentally friendly packaging. This shift is driven by increased health awareness and global exposure to international consumption patterns. In response, Ukrainian manufacturers have begun introducing new product lines that emphasize natural components, quality certification, innovative textures, and contemporary design solutions.

The marketing landscape has transformed as well. Traditional promotional channels, such as television advertising, have lost effectiveness, particularly among younger audiences. Social media platforms, influencers, and user-generated content have become key drivers of consumer engagement. Ukrainian confectionery companies increasingly rely on digital marketing tools, including collaborations with food bloggers, tasting sessions, integrated advertising campaigns, and targeted online promotions. These shifts enable companies to maintain communication with consumers even during periods of economic hardship.

The war has significantly reshaped supply chains, logistics, and consumer priorities. Production facilities have faced disruptions due to damage, resource shortages, and unstable transportation routes. Consequently, companies have had to reevaluate their operational strategies, diversify their supplier base, and strengthen resilience across their value chains. Despite these challenges, many producers have demonstrated adaptability by accelerating digitalization, exploring new export opportunities, and prioritizing strategic communication with domestic consumers.

Another critical aspect of the Ukrainian market is the coexistence of local and imported products. Imported confectionery remains in demand, particularly in the premium and specialty goods segment. However, high import prices and supply constraints have created opportunities for domestic brands to strengthen their competitive positions by emphasizing affordability, high-quality ingredients, and local adaptation.

Overall, the Ukrainian confectionery market is developing amid heightened uncertainty. However, its continued evolution demonstrates resilience. The capacity of Ukrainian producers to remain competitive amid economic and geopolitical turbulence depends on several factors: innovation, diversification of product offerings, investment in sustainable production, and the adoption of modern marketing strategies including influencer marketing as a key instrument for reaching consumers in a fragmented and highly dynamic media environment.

Consumer behavior in the confectionery market is influenced by a combination of psychological, cultural, economic, and technological factors. Understanding these determinants is essential for developing effective marketing strategies, particularly in markets where purchasing decisions are highly emotional and strongly shaped by brand perception, product aesthetics, and personal experience. In this context, communication channels, especially digital ones, play a decisive role in shaping consumer attitudes and guiding purchasing behavior.

One of the most significant global trends is the rapid growth of digital communication and the transformation of traditional promotional models. Consumers increasingly rely on online sources when making purchasing decisions. Social media platforms serve not only as entertainment environments but also as primary spaces for product discovery, brand interaction, and feedback exchange. This shift has elevated the role of influencers, bloggers, and opinion leaders, whose recommendations are often perceived as more authentic and trustworthy than conventional advertising.

The effectiveness of influencer marketing stems from its capacity to create emotional resonance. Confectionery products are associated with pleasure, comfort, indulgence, and cultural traditions—attributes that influencers can convey through visual storytelling, personal narratives, and experiential content. This form of communication encourages consumers to associate products with positive emotions, thereby increasing the likelihood of purchase and contributing to brand loyalty.

In the Ukrainian context, consumer behavior is shaped by additional factors, including economic constraints, wartime stress, and fluctuations in purchasing power. These conditions heighten consumer sensitivity to price while simultaneously increasing the importance of emotional communication. Even in periods of reduced consumption, demand for confectionery products persists due to their relatively low cost and their symbolic association with moments of comfort and psychological relief. Consequently, companies must develop communication strategies that acknowledge economic realities while preserving emotional appeal.

The interaction between market factors such as consumer preferences, communication channels, and product innovation—determines the competitive positioning of confectionery brands. Global research indicates that integrating personalized content into digital communication significantly increases consumer engagement. Personalization may include adapting promotional messages to cultural norms, showcasing regionally relevant product formats, or collaborating with influencers whose audience closely aligns with the brand's target demographic.

Furthermore, consumers increasingly value brands that demonstrate transparency, ethical sourcing, and social responsibility. In this context, sustainability initiatives such as eco-friendly packaging, fair cocoa sourcing, and reduced environmental impacts elevate brand reputation. Influencers often act as intermediaries, communicating such values and helping companies translate corporate initiatives into consumer-oriented narratives.

Communication channels also differ in their impact on various demographic groups.

Younger consumers tend to rely heavily on social media, video platforms, and influencer content.

Middle-aged consumers demonstrate mixed behavior, utilizing both online and offline sources, with growing engagement in e-commerce.

Older consumers still place trust in traditional media but increasingly adopt online shopping due to convenience.

In addition, the combination of visual content, short-form videos, live streaming, and interactive formats (such as recipe tutorials, taste tests, and Q&A sessions) strengthens consumer involvement. These formats not only introduce products but also create a sense of shared experience between influencers and their audiences.

Another factor influencing consumer choice is the availability of products across different retail formats. Consumers prefer brands that maintain presence across multiple channels—supermarkets, convenience stores, e-commerce platforms, and specialty shops. Synchronizing influencer campaigns with product availability enhances conversion rates, as consumers can immediately purchase items introduced in online content.

Table 2

Markets and influencer marketing factors

Market	Consumer preferences	Marketing channels	Sales growth factors
Global (world)	Growing demand for healthy, natural products	Internet, SMM (Instagram, YouTube, etc.), collaboration with bloggers	Product innovation, personalization, influence of thought leaders
Ukrainian	Price sensitivity, loyalty to familiar brands (due to declining income)	Local social networks and messengers, national bloggers	Support for domestic brands, accessibility, adaptability to the military context of communication

Source: [1, 3, 9; 13]

Overall, consumer behavior in the confectionery market is shaped by a complex interplay of psychological drivers, socio-economic conditions, global communication trends, and the expanding digital ecosystem. The effectiveness of marketing strategies depends on companies' ability to integrate these factors into a unified approach that combines emotional storytelling, technological innovation, and culturally relevant messaging. Influencer marketing, due to its authenticity and adaptability, is particularly well-suited for navigating these dynamics and fostering sustained consumer engagement.

A representative and illustrative example of using influencer marketing in the confectionery industry is provided by the Ukrainian corporation ROSHEN, one of the largest confectionery producers in Eastern Europe. The company’s extensive export geography covering European Union countries, Asia, and various other regions—creates favorable conditions for implementing localized influencer-marketing strategies tailored to the specific characteristics of foreign markets. ROSHEN’s well-developed distribution network and long-standing brand recognition serve as crucial assets for integrating influencer campaigns into broader promotional strategies.

Table 3

Some recommendations for implementing influencer marketing in confectionery markets

Recommendations	Content	Practical implementation
Cultural localization of content	Adapt advertising messages and formats to the linguistic and cultural characteristics of target markets; engage influencers with local expertise; adjust seasonal promotions to national holidays and culinary traditions	Development of special Christmas collections for European countries or thematic flavor lines for Asian festivals
Digital channel amplification	Invest in social networks and multi-channel online platforms; hold interactive events (contests, live broadcasts, online tastings); form partnership programs with popular culinary bloggers	Using TikTok for a series of short videos with recipe ideas; organizing live workshops on Instagram
Innovation in product and packaging	Promote products with natural ingredients, low sugar content and eco-friendly packaging; test new formats (micro portions, functional bars)	Launch of organic chocolate line with biodegradable packaging; labeling of products with QR codes for quick access to information about the composition
Monitoring and compliance	Implement a system of key performance indicators (KPIs) to evaluate campaign results (reach, engagement, sales conversion, etc.); comply with regulatory requirements in food advertising	Monthly ROI audit of companies; application of social media analytics tools; ensuring compliance with EU standards for advertising children's products
Building long-term partnerships	Form strategies for long-term cooperation with influencers who are able to constantly maintain interest in the brand; implement joint projects to create products	Signing annual contracts with popular confectionery bloggers; co-developing new flavors with thought leaders

ROSHEN’s approach to influencer marketing is based on several interrelated components that together enhance brand visibility, strengthen consumer trust, and support product demand across diverse markets.

1. Localized content and regional food influencers

One of the most effective elements of ROSHEN’s strategy is the use of food bloggers and culinary influencers who create content that resonates with local audiences. These creators typically produce: recipe-based videos, tasting sessions, product reviews, educational and entertaining content featuring confectionery items.

Localized influencer content allows consumers to visualize how ROSHEN products fit into their daily routines, culinary traditions, and seasonal celebrations. This increases the relevance and emotional impact of promotional messages, thereby raising consumer interest and driving higher conversion rates. In addition, influencers often mention where the products can be purchased locally, which further strengthens the promotional effect.

2. Product tastings and influencer-led promotions

ROSHEN actively collaborates with influencers to conduct online tastings, unboxing sessions, and themed promotional campaigns. These formats have proven effective in creating positive emotional associations with the brand. Influencers' reactions during tastings enhance the perceived authenticity of the content and encourage viewers to try the products themselves.

This approach aligns with global trends, indicating that consumers increasingly rely on influencers when evaluating the quality and attractiveness of food products. As international studies show, the global market for influencer marketing continues to expand, driven by the growing trust in personal recommendations and the decline of traditional mass-media advertising.

3. Strategic risk management and brand safety

A key challenge for companies operating in international markets especially those with strong national identity elements is ensuring that marketing communications are culturally appropriate and do not provoke reputational risks. ROSHEN pays considerable attention to influencer selection, evaluating factors such as: content quality and tone, audience composition, past partnerships, reputation and public behavior, potential controversies or political alignment.

This cautious approach helps the company avoid negative publicity and ensures that collaborative content aligns with brand values. ROSHEN's adherence to such principles reflects broader international practices in managing brand safety, particularly in multicultural and politically sensitive environments.

4. Integration with distribution channels

Influencer marketing is most effective when integrated with the company's broader distribution and sales strategy. ROSHEN coordinates its promotional efforts with product availability in regional retail networks, ensuring that consumers can easily access advertised items. This alignment increases the likelihood of impulse purchases and supports the company's positioning in competitive markets.

Additionally, ROSHEN's international presence provides opportunities to implement influencer collaborations in synergy with offline activities, including: in-store promotions, seasonal product launches, holiday campaigns (e.g., Christmas, Easter, local celebrations), participation in fairs and culinary festivals.

5. Practical recommendations derived from the ROSHEN case

Based on ROSHEN's experience, several strategic recommendations can be formulated for confectionery producers seeking to employ influencer marketing in international markets: Localize content by partnering with influencers who understand cultural nuances and can present products in a context familiar to the target audience. Integrate influencer campaigns with retail availability to maximize conversion from engagement to purchase. Use diverse content formats, such as recipes, tastings, long-form storytelling, and short-form social videos. Monitor influencer performance using clear KPIs, including reach, engagement, audience demographics, and conversion metrics. Implement a structured risk-management approach when selecting influencers to avoid reputational pitfalls. Test content variations (A/B testing) to identify the most effective communication styles and formats. Develop long-term partnerships to strengthen brand familiarity and ensure consistent messaging.

References

1. Vynnychenko, O., & Tokhtamysh, T. (2023). Marketynhovi aspekty zabezpechennia konkurentospromozhnosti pidpryiemstv kondyterskoi haluzi [Marketing aspects of ensuring the competitiveness of confectionery enterprises]. *Ekonomichnyi prostir.* № 188. Pp. 67–72. DOI: https://doi.org/10.32782/2224-6282/188-11 [in Ukrainian].

2. Klepikova, S., & Sharova, A. (2022). Formuvannia stratehii mizhnarodnoho marketynhu [Formation of an international marketing strategy]. *Enerhozberezhennia. Enerhetyka. Enerhoaudyt.* № 9–10(175–176). Pp. 53–67. DOI: https://doi.org/10.20998/2313-8890.2022.09.05 [in Ukrainian].

3. Kozachenko, O. (2024). Problemy z importom, vnutrishnim popytom ta dekomunizatsiieiu. Shcho vidbuvaietsia na ukrainskomu rynku kondyterskykh vyrobiv [Problems with imports, domestic demand and decommunization. What is happening in the Ukrainian confectionery market]. *Delo.ua: vebsait.* Retrieved from https://delo.ua/agro/problemi-z-importom-vnutrisnim-popitom-ta-dekomunizacijeyu-shho-vidbuvajetsya-na-ukrayinskomu-rinku-konditerskix-virobiv-427683/ [in Ukrainian].

4. Semonenko, A. (2024). Konkurentospromozhnist v systemi hlobalnoho marketynhu [Competitiveness in the system of global marketing]. *Aktualni problemy rozvytku ekonomiky rehionu.* № 1(20), Pp. 209–221. DOI: https://doi.org/10.15330/apred.1.20.209-221 [in Ukrainian].

5. Rynok kondyterskykh vyrobiv: svitovi trendy 2024 roku [Confectionery market: global trends in 2024] (2024). *Kharchovi tekhnolohii: vebsait.* Retrieved from https://harch.tech/2024/02/28/rynok-kondyterskyh-verobiv-svitovi-trendy-2024/ (accessed: 20.09.2025) [in Ukrainian].

6. Tsybko, N. (2023). Suchasni instrumenty partnerskoho marketynhu na rynku B2B [Modern tools of partnership marketing in the B2B market]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Seriia: Ekonomichni nauky.* № 322(5). Pp. 157–162. DOI: https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-322-5-26 [in Ukrainian].

7. Chystiukhina, A. (2024). Peculiarities of marketing and branding in the confectionery and cafe industry. *The American Journal of Interdisciplinary Innovations and Research*. № 6(10). Pp. 28–35. DOI: https://doi.org/10.37547/tajiir/Volume06Issue10-04.

8. ROSHEN in the World: Factories, offices, partners (2025). *ROSHEN corporation: website.* Retrieved from https://www.roshen.com/en/en/contacts/roshen-in-the-world

9. ROSHEN has increased exports to the EU by 22% (2019). *ROSHEN corporation: website.* Retrieved from https://www.roshen.com/en/en/roshen-corporation-has-increased-exports-to-the-eu-by-22

10. The State of Influencer Marketing 2024: Report (2024). Retrieved from https://influencermarketinghub.com/ebooks/Influencer_Marketing_Benchmark_Report_2024.pdf

11. Parkhomenko, N., Vilčeková, L., & Štarchoň, P. (2025). Management of competitive advantages in confectionery industry enterprises: A case study of Slovakia

and Ukraine. *Academy Review*. № 1(62). Pp. 254–266. DOI: https://doi.org/10.32342/3041-2137-2025-1-62-18

1.2. Features of Logistics Service for Clients from Other Countries Through the Integration of New Digital Technologies in the Service Marketing System

Introduction. The relevance of the topic is due to the fact that servicing customers from other countries is increasingly taking place in conditions of high expectations regarding speed, transparency and predictability of delivery, as well as high-quality service communication at all stages of interaction. International customers compare suppliers according to clear criteria, such as accuracy of deadlines, availability of tracking in a mode close to real-time, convenience of returns, clarity of documents, support for different languages and time zones, as well as readiness to work with customs and regulatory requirements of different jurisdictions. Against this background, logistics ceases to be just an operational function, it becomes part of the brand's value proposition in service marketing, because it is the delivery service, information and after-sales support that often form the overall impression of the company no less than the quality of the product or service itself. Additionally, the importance of the topic of transportation cost fluctuations, the risks of delays, increased requirements for security and traceability of deliveries, as well as the need to quickly adapt to changes in international trade, which makes the integration of new digital technologies not a fashionable option, but a practical condition for the stability of the service. The importance of the study lies in the fact that the integration of new digital technologies in the service marketing system allows you to synchronize the brand promise with the actual performance of the service, as well as increase the manageability of the customer experience and the financial effectiveness of the service. A single digital circuit, which combines order platforms, customer relationship management, electronic document flow, data analytics, omnichannel communication tools and logistics systems of carriers, allows you to confirm availability faster, plan routes and stocks more accurately, inform the client about the status more quickly, and organize complaints and returns better.

Literature review. In modern research, digital marketing is increasingly viewed as a system of decisions that depends on the readiness of the enterprise to implement information technologies and organize work with data [1-10]. For example, F, Fátima [1] in a literature review on the adoption of information technologies in digital marketing emphasizes that the effectiveness of digital channels is determined not only by the choice of communication tools, but also by the degree of organizational coordination of processes, personnel competencies, data quality and the ability to integrate technologies into everyday business processes. The issue of practical implementation of digital strategies in the service sector is revealed by T, Kolisnychenko [2], who together with co-authors offers an algorithm for implementing an Internet marketing strategy using the example of hotel and restaurant enterprises in the European Union. L, Kimixay [3] empirically shows the impact of email as a marketing tool on online consumer purchasing behavior in a developing country, emphasizing that the accuracy and relevance of messages, as well as their trust tone, contribute to the formation of purchase intention and the transition to action. A, Ghiffarin [4] analyzes the approach to improving e-commerce in small and medium-sized businesses, in particular through a marketing mix model for the online environment, where not only product and price characteristics are important, but also channel convenience, communication and service aspects of interaction. The issue of trust and its connection with the elements of the marketing mix in e-commerce is highlighted by Z, Abidin [5], who studies consumer behavior in the frozen fish market and shows that the combination of marketing tools and trust factors affects purchase intention, purchase decision and satisfaction. Transferring this conclusion to international logistics customer service is logical, since in cross-border interactions trust is strengthened through predictability and controllability of the service, as well as through transparent compensation and return rules, which should be described and supported by digital processes.

Methodology. The essence of the Integrated DEFinition for Function Modeling, IDEF0 method is the functional modeling of activities as a system of interconnected functions, where each function is depicted as a block, and the connections between functions are represented by arrows of four types, input, control influences, output and execution mechanisms, i.e. resources and executors. The model is built hierarchically, first a context diagram is created that shows the system as one generalized function, then it is sequentially decomposed into subfunctions with clarification of information flows, decisions, rules, responsibilities and resources. Thanks to this logic, IDEF0 allows you to clearly record what exactly is done in the process of international logistics services, what triggers the action, what restrictions are set by service marketing and regulatory requirements, what results should be received by customers, and through which digital systems and partners this is done, after which it becomes easier to identify gaps, duplications, bottlenecks and points where the integration of digital technologies gives the greatest effect for the quality of service and process controllability.

Chapter 1. The place of marketing in the logistics service system for customers from other countries

Marketing in the logistics service system for customers from other countries plays the role of an integrator between the promised value of the service and the real experience of the recipient, because it is marketing that forms expectations, and logistics confirms or refutes them by their actual implementation. In international interaction, the client often evaluates the company not by internal processes that he cannot see, but by the sequence of contacts that he experiences, starting from the first message on the website or in the catalog, then through order confirmation, communication regarding terms, delivery conditions, the possibility of adjusting the address, clarity of documents, and ending with receipt and after-sales support. Because of this, marketing in the service sector cannot be limited only to attracting demand, it must design the service as a product, where logistics service is the core of the promise, especially when the client is in another country and experiences an increased risk of uncertainty (Table 1).

Table 1

Key parameters of logistics service for customers from other countries through the integration of new digital technologies in the service marketing system

Key parameter (international logistics service)	How digital integration in services marketing improves it (customer-facing + operational)
End-to-end visibility and proactive communication	A unified data flow between order channels, customer relationship management, carrier tracking, and support enables a single "source of truth" for status updates. Customers receive consistent, multilingual notifications across email, chat, and self-service portals, including clear explanations of customs steps and exceptions. Predictive analytics can trigger proactive messages when risk of delay increases, with alternative options such as rescheduling, pickup-point switch, or partial shipment, which protects trust and reduces inbound "where is my order" contacts
Reliable delivery promise and time accuracy	Marketing can publish delivery time windows that are computed from real capacity, historical lead times, border and customs patterns, and carrier performance by lane. Dynamic promise engines adjust estimated delivery dates in real time based on cut-off times, warehouse workload, and international transit constraints. This alignment reduces overpromising, improves on-time delivery rates, and makes service tiers more credible, for example economy versus priority, with transparent trade-offs between price, speed, and reliability
Cross-border documentation, compliance, and frictionless customs handling	Digital document workflows integrate commercial invoices, HS codes, country-of-origin statements, and required declarations directly into the order journey, reducing manual errors that cause holds. Automated validation checks catch missing fields, restricted items, or mismatched values before shipment. Customers see plain-language guidance, localized to their country, on duties, taxes, and required actions, while internal teams and brokers receive structured data for faster clearance and fewer rework loops
Returns, claims, and service recovery experience	A digitally integrated returns portal offers label generation, localized instructions, and clear eligibility rules aligned with service policy and market expectations. Claims for damage or loss can be initiated with structured evidence upload and status tracking, reducing uncertainty and repeated escalation. Data from returns and claims feeds quality analytics to identify root causes by carrier, route, packaging type, or product category, enabling targeted improvements and more honest marketing messages about what the service can guarantee internationally

Formed by author

For customers from other countries, logistics service is part of the overall quality of service, but this quality has cross-cultural and institutional specifics, and it is marketing that helps the company understand how expectations differ depending on the country, type of customer and consumption context. In some countries, the perception of quality is more strongly associated with the speed of delivery, in others with the accuracy of the stated deadlines, in still others with the ease of communication and the availability of support in their native language. In addition, international customers often evaluate not only the «fact of delivery», but also information support, that is, how clearly the status of the shipment is communicated, whether there is the possibility of flexible choice of delivery method, whether tracking is available, whether a request for a delay is responded to quickly, whether a clear explanation of the reasons is provided, and whether it is clear that the company is in control of the situation and not shifting responsibility. Within the framework of service marketing, these parameters are transformed into elements of service design, and the logistics component becomes a source of key evidence of reliability. It is especially important that in international deliveries the role of regulatory and documentary requirements is increasing, in particular customs procedures, labeling rules, taxation features, restrictions on certain groups of goods, as well as safety standards. For the client, these aspects often seem complicated, and he expects the company not only to deliver, but also to guide him through the process without “blind spots”. That is why marketing should not broadcast general advertising formulas, but clear service logic that reduces uncertainty, explains the rules and emphasizes the controllability of the process. At the same time, marketing collects signals from the market about where the company is losing trust, for example, due to frequent questions about deadlines, unclear messages, lack of localized instructions, complex returns, or confusing delivery costs. Such signals should be transformed into requirements for improving logistics operations, and here the place of marketing is manifested as the role of the «voice of the customer», which brings international logistics in line with the expected value of the service.

Marketing determines what value the company offers to a foreign customer, for example, speed, reliability, flexibility, premium service or optimal cost, and logistics must provide operational capabilities for the appropriate level of service. To avoid a gap between expectations and reality, marketing and logistics must work on common data, including the history of customer requests, reasons for delays, frequency of returns, typical errors in documents, sensitivity of demand to delivery costs, and customer reaction to various communication formats. Based on this, marketing forms not only advertising messages, but also rules of service communication, for example, how to notify about changes in deadlines, how to explain customs stages, how to build instructions for receipt, how to minimize conflicts in case of damage or loss, and how to restore trust through correct compensation solutions.

Chapter 2. Building a model for increasing the efficiency of logistics service for customers from other countries through the integration of new digital technologies in the service marketing system

For modeling, we will choose IDEF0. Thus, the choice is justified by the fact that increasing the efficiency of international logistics services cannot be ensured by a single solution, because the quality of service is simultaneously formed by customer expectations, operational capabilities of the supply chain, documentary requirements and the level of digital consistency between divisions and partners. The proposed phased model allows you to consistently reduce uncertainty for customers from other countries and at the same time reduce operational losses, since it begins with the diagnosis of real problems and segmentation, then translates needs into service standards, after that ensures the integration of digital technologies in service marketing and logistics, and then consolidates changes through coordination with partners and regular evaluation of results. An additional advantage is that the model supports scaling well to different countries and service levels, and also allows you to carefully connect technologies based on artificial intelligence where they really add to the accuracy of forecasts and the quality of communication (Fig.1).

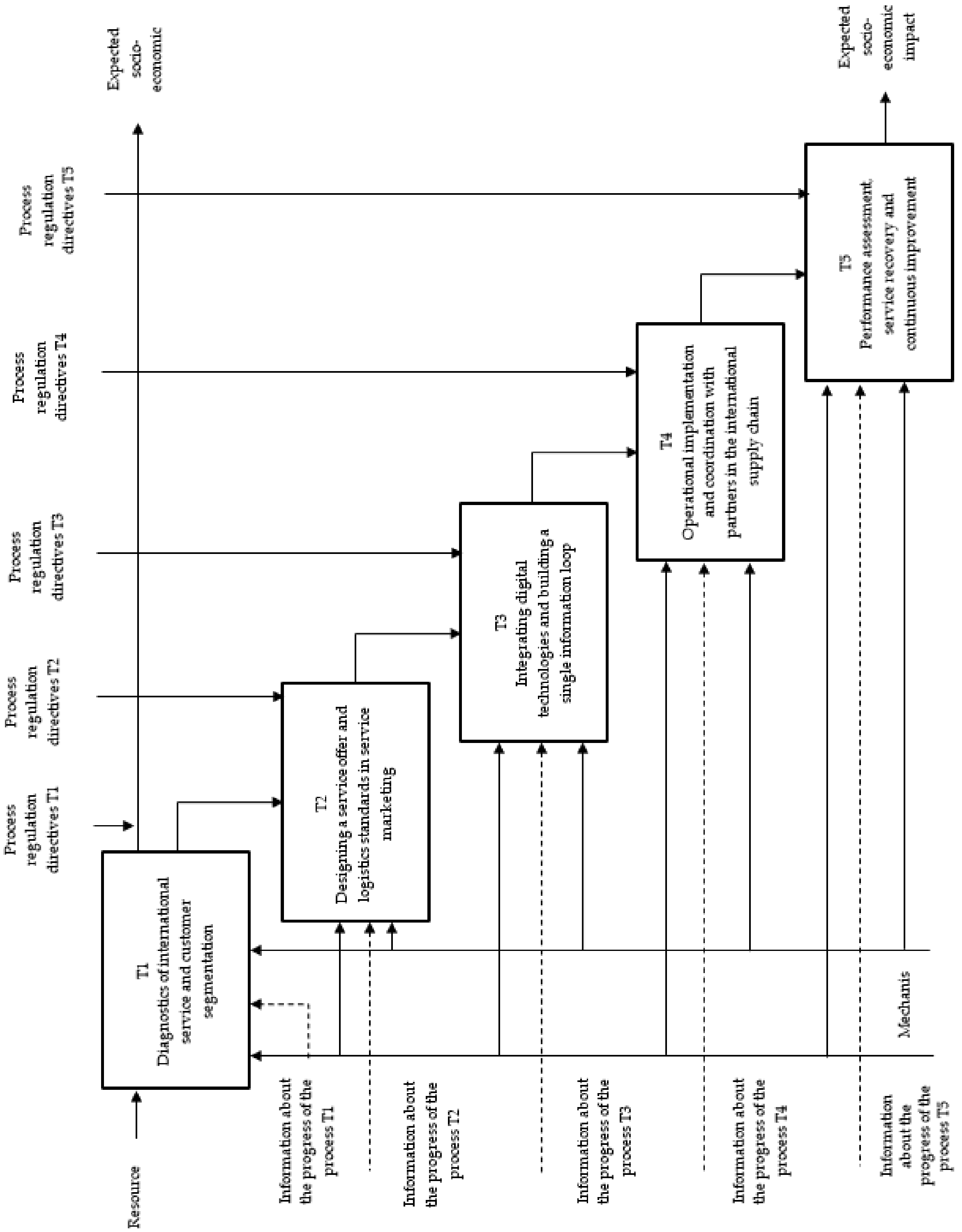

Fig.1. The IDEF0 model for increasing the efficiency of logistics service for customers from other countries through the integration of new digital technologies in the service marketing system

Formed by author

Let's consider each block «T» in more detail:

T1. Diagnostics of international service and customer segmentation. At the first stage, a basic understanding is formed of how foreign customers perceive logistics service and where losses of time, quality and trust occur. To do this, data on customer countries, types of deliveries, frequency of support calls, reasons for delays, refusals, returns, typical errors in documents, as well as reasons for negative service ratings are systematized.

T2. Designing a service offer and logistics standards in service marketing. At the second stage, service marketing translates the expectations of foreign customers into clear service standards that the company is able to consistently fulfill. Service levels are determined, for example, standard, accelerated, premium, and for each level, promised terms, information rules, conditions for receipt, the possibility of changing the address, conditions for returns and compensations are described.

T3. Integrating digital technologies and building a single information loop. The third stage is dedicated to connecting marketing channels, order acceptance, customer support, warehouse processes, carrier statuses and documentary support into one consistent data system. Data quality rules are set up, responsible for directories, unique order and shipment identifiers, as well as status synchronization logic so that the customer sees the same information in all channels.

T4. Operational implementation and coordination with partners in the international supply chain. In the fourth stage, the model is translated from project logic into daily work, and this includes training staff, updating regulations, changing roles and rules of interaction between departments. Service indicators are coordinated with carriers, customs brokers, warehouse operators and last-mile partners so that the digital circuit is based on real commitments, not just technical integrations.

T5. Performance assessment, service recovery and continuous improvement. The fifth stage ensures the stability of the achieved changes and turns the model into a cycle of continuous efficiency improvement. Evaluation metrics are defined that reflect both operational quality and customer perception, such as the proportion of deliveries within the stated time frame, the frequency of status inquiries, the speed of support response, the proportion of errors in documents, the time it takes to refund funds, and the level of satisfaction with the service. A single information loop creates a common “truth” about an order, where status, deadlines, address details, shipment composition, documents, payments, country restrictions, and customer history are synchronized across all touchpoints. This is critical for international logistics, as a significant portion of problems arise not from physical delivery but from information gaps, such as different deadlines on the website and in support, inconsistent data on the invoice, lack of confirmation for customs, or untimely notification of delays. When digital systems are connected, service marketing can deliver a realistic service promise, support gets full context for a quick response, logistics sees priorities and risks, and the customer feels in control of the process, which increases trust in the company and reduces the number of conflict situations..

Conclusions

In conclusion, it should be noted that in my opinion, it is marketing in the logistics service system for customers from other countries that should ensure full consistency between the promised value of the service and the actual customer experience, and the integration of new digital technologies in service marketing transforms logistics into a managed, transparent and customer-oriented service. The key factors are process visibility and proactive communication, accuracy of deadlines and realism of the service promise, error-free documentary and regulatory support of international shipments, as well as simple procedures for returns and claims settlement. When data from sales channels, support, warehouse, carriers and documentary processes are combined into a single loop, the company reduces uncertainty for the foreign customer, increases brand trust, improves the assessment of service quality and gains a sustainable competitive advantage in international markets.

It can be argued that in the modern economy, logistics service for customers from other countries is increasingly determined not only by the physical movement of shipments, but by the quality of service interaction that the customer receives at each stage of contact with the company, and that is why service marketing occupies a central place in building an international service, because it forms expectations, sets the logic of the customer journey and transforms market requirements into performance standards, and logistics confirms these standards with real results. The proposed model of five stages T1–T5 provides a practical route for streamlining changes, starting from diagnosing problems and segmenting foreign customers, further forming service standards and service levels, then building an integrated digital infrastructure, then consolidating solutions through operational implementation and coordination with international partners, and ending with a systematic assessment of performance and continuous improvement based on data, and the Integrated DEFinition for Function Modeling, IDEF0 method allows you to describe this system as clearly as possible, through input data, control influences, outputs and mechanisms. execution, and thereby identify bottlenecks, information gaps, and the most effective points for digital integration.

References

1. Fátima, F., Gonçalves, A., Sandrina, T. (2021). Information technology adoption on digital marketing: A literature review. *Informatics.* 8(4): 74. https://doi.org/10.3390/informatics8040074
2. Kolisnychenko, T., Sefikhanova, K., Kapral, O., Karpenko, V., Sylkin, O. (2023). Development of an algorithm for Internet marketing strategy implementation: A case study in the EU hotel and restaurant sector. *Ingénierie des Systèmes d'Information,* Vol. 28, No. 6, pp. 1549-1556. https://doi.org/10.18280/isi.280611
3. Kimixay, L., Liu, C., Liu, X.D. (2019). An empirical study to understand the effect of email marketing on consumer's online buying behavior in a developing country. In Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Management Engineering, *Software Engineering and Service Sciences,* pp. 179-183. https://doi.org/10.1145/3312662.3312669

4. Ghiffarin, A.R., Priyandari, Y., Liquiddanu, E. (2019). Marketing analysis for e-commerce improvement in small and medium enterprise of batik using e-commerce marketing mix model. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 495(1): 012044. https://doi.org/10.1088/1757-899X/495/1/012044

5. Abidin, Z., Triono, L.D. (2020). Fresh frozen fish consumer behavior: Effect of the mix and trust marketing on buying interest, purchase decision and customer satisfaction in E-commerce, silly fish Indonesia. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 493(1): 012041. https://doi.org/10.1088/1755-1315/493/1/012041

6. Al-Dmour, H.H., Asfour, F., Al-Dmour, R., Al-Dmour, A. (2020). The effect of marketing knowledge management on bank performance through fintech innovations: A survey study of Jordanian commercial banks. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management,* 15: 203-225. https://doi.org/10.28945/4619

7. Wang, H.P. (2020). An effect analysis model for corporate marketing mix based on artificial neural network. *Ingénierie des Systèmes d'Information*, Vol. 25, No. 5, pp. 579-587. https://doi.org/10.18280/isi.250504

8. Taherdangkoo, M., Mona, B., Ghasemi, K. (2019). The role of industries' environmental reputation and competitive intensity on sustainability marketing strategy: Customers' environmental concern approach. *Spanish Journal of Marketing-ESIC*, 23(1): 3-24. https://doi.org/10.1108/SJME-02-2018-0005

9. Borutska, Y., Krupa, O., Babych, L., Zhurba, I., Hryndii, O. (2024). Marketing policy with targeting to attract new customers to ecological recreation areas in the context of sustainable development of the region. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, Vol. 19, No. 4, pp. 1579-1587. https://doi.org/10.18280/ijsdp.190434

10. Alazzam, F.A.F., Shakhatreh, H.J.M., Gharaibeh, Z.I.Y., Didiuk, I., Sylkin, O. (2023). Developing an information model for E-Commerce platforms: A study on modern socio-economic systems in the context of global digitalization and legal compliance. *Ingénierie des Systèmes d'Information*, Vol. 28, No. 4, pp. 969-974 https://doi.org/10.18280/isi.280417

1.3. Organizational and Accounting Aspects of Tolling Operations in Modern Enterprises

A shortage of working capital and a lack of raw materials encourage enterprises to operate using tolling schemes. This approach helps expand in-house production by generating additional financial resources. Moreover, tolling arrangements allow Ukrainian companies to provide employment for underutilized staff, make fuller use of idle production capacities, enhance the competitiveness of their products through cooperation with global brands, study international market demands regarding product quality and assortment, and attract additional investment into the economy.

However, it should be noted that current legislation does not provide specific primary documents for recording transactions involving the movement and processing of tolling raw materials. Therefore, the shipment of raw materials and the acceptance of processed products are documented using standard primary forms (such as consignment notes, powers of attorney, material acceptance acts) as well as other commonly used documents containing mandatory requisites, including invoices and delivery notes.

Given this, it is especially important to develop an accounting and documentation system for both the customer and the processor that would ensure complete and reliable information for all stakeholders.

Significant contributions to improving the organization and methodology of accounting for tolling operations have been made by Ukrainian scholars such as F.F. Butynets, O.O. Honcharenko, S. Kalyuha, O.R. Kiliar, N.O. Kozitska, V. Matveieva, L.S. Stetsiuk, N.V. Mykhailytska, I. Prybeha, and others.

Important insights can also be found in the works of Yu.A. Kuzminskyi, who describes accounting mechanisms for tolling transactions in both foreign economic activity and operations between Ukrainian residents, considering various settlement methods. V. Zhytnyi provides a detailed retrospective and forward-looking analysis of tolling operations. Issues of accounting and legal regulation of tolling schemes are also actively covered in specialized periodicals.

Despite the widespread use of tolling operations among Ukrainian enterprises, the management and accounting mechanisms for such transactions remain imperfect.

The aim of this work is to analyze the current procedures for accounting, taxation, and documentation of tolling operations in order to resolve existing discrepancies in their lawful representation in accounting records. The study also seeks to provide stakeholders with timely and reliable information regarding the movement of raw materials and processed products, as well as to evaluate the key advantages and disadvantages of conducting such operations.

The accounting of tolling (contract processing) operations is regulated by a set of normative documents, with the Customs Code of Ukraine serving as the primary one. According to the Code, a tolling operation in foreign economic activity involves the processing (treatment, enrichment, or use) of customer-owned raw materials through a technological process that results in a change of the product code according to the Ukrainian Classification of Goods for Foreign Trade (regardless of the number of processors involved), as well as the completion of all processing stages to obtain the final product. At each stage of processing, including the final one, the customer's raw material must remain the main component, and its value must account for at least 20% of the final product's cost.

A transaction may be classified as a tolling operation when a set of specific characteristics is present. First and foremost, the defining feature of such an operation is the preservation of ownership rights over the raw materials by the customer. Throughout the entire processing cycle from the moment the materials are delivered to the processing enterprise until the completed products are returned the ownership does not transfer to the processor.

Another essential criterion is the direct provision of raw materials by the customer, who independently supplies all necessary inputs for processing. The processing enterprise, in turn, performs only the technological operations required to transform these materials into finished or semi-finished products. This transformation must represent a substantive physical, chemical, or mechanical alteration, thereby distinguishing tolling operations from mere logistical or intermediary services.

Compensation within tolling arrangements is strictly limited to the processing services provided. The processor does not participate in the purchase or sale of raw materials and does not acquire any proprietary rights to the finished output. Instead, the completed products are returned to the customer or transferred to a third party strictly according to the customer's instructions.

Proper classification of tolling operations further requires the maintenance of separate accounting and documentation procedures. All stages of the process including the receipt, storage, processing, and release of materials must be recorded independently of the enterprise’s own production activities. This separation enables accurate monitoring of the customer’s assets and ensures compliance with regulatory requirements.

Additionally, tolling relationships must be formalized through a written contract specifying the types of materials provided, the technological processes involved, expected output norms, permissible losses, and the financial terms of cooperation. Such contractual clarity establishes the responsibilities of each party and provides a legal basis for controlling the movement and use of customer-supplied materials.

Taken together, these criteria allow for the unambiguous identification of tolling operations and serve as the foundation for their proper accounting, legal regulation, and economic evaluation within both domestic and international business practices.

Raw materials received for processing by Ukrainian enterprises remain the property of the foreign customer. Therefore, they are recorded in the contractor’s accounting system on off-balance sheet account 022 “Materials Received for Processing” at the prices specified in the contract or acceptance-transfer documents.

In our opinion, it is reasonable to open the following subaccounts under account 022:

- **0221** – Materials received for processing;
- **0222** – Materials issued to production;
- **0223** – Finished goods produced from tolling raw materials;
- **0224** – By-products obtained from tolling operations.

Accounting practice shows that enterprises working with tolling materials should maintain analytical records under account 022:

- for each individual tolling contract, since a single customer may supply different batches of raw materials under various terms;
- by type of service, if the contractor performs several production processes simultaneously.

Although tolling raw materials are recorded off balance sheet, they are subject to the same acceptance and inventory rules as the enterprise’s own stocks. Therefore, proper warehouse organization is essential to prevent mixing of materials, abuse, and other violations.

The received raw materials are transferred to production units for processing. The resulting finished products, along with returnable waste, are then returned to the warehouse for further accounting and monitoring of their movement and use.

Thus, the processing of tolling raw materials and the flow of finished goods follow the same sequence as the production of the enterprise's own goods.

Revenue recognition from tolling operations has certain particularities arising from the nature of the services provided. The contractor recognizes revenue from tolling services in accordance with paragraph 10 of Accounting Standard (AS) 15 "Revenue". Under this provision, revenue from services is recognized based on the stage of completion at the balance sheet date, provided that the outcome can be measured reliably. This requires:

- the ability to measure revenue reliably,
- the likelihood of receiving economic benefits,
- the ability to determine the stage of service completion at the balance sheet date,
- the ability to reliably estimate the costs incurred and those required to complete the services.

The assessment of the stage of completion of service operations is carried out in accordance with paragraph 11 of Accounting Standard (AS) 15 "Revenue". The volume of services rendered is confirmed by an act of services provided for tolling processing, signed by both parties. It is advisable to prepare such an act monthly or quarterly to periodically record the amount of work performed and the quantity of finished goods produced. Therefore, the date of revenue recognition for the processor is the date on which the services are provided, as documented by the signed act. The contractor's expenses related to the processing of raw materials are recognized as they are incurred.

If payment for processing services is made in the form of raw materials or finished products, revenue is determined according to the rules applicable to asset exchanges. However, since tolling agreements inherently involve an exchange of services for raw materials or finished goods, revenue in such cases is still recognized based on the stage of completion as of the balance sheet date.

The enterprise may independently choose the method for determining the stage of completion and the corresponding revenue recognition procedure, as part of its accounting policy. The chosen method must be disclosed in the notes to the financial statements.

Typically, the ability to measure revenue reliably and the likelihood of receiving economic benefits arises from the terms of the tolling contract, which defines the cost of processing services and the settlement procedure. If services are provided over several reporting periods, revenue must be recognized in each period based on the degree of completion.

VAT taxation of tolling services is an important issue. According to subparagraph "6" of paragraph 185.1 of Article 185 of the Tax Code of Ukraine, the supply of services whose place of supply is located within the customs territory of Ukraine is subject to VAT.

Subparagraph 186.2.1 (g) of Article 186 specifies that the place of supply of processing services is the place where such services are actually performed.

Furthermore, subparagraph "b" of paragraph 195.1.3 of Article 195 establishes that services involving work on movable property that was imported into Ukraine for such work and subsequently exported outside Ukraine by the contractor or the non-resident customer are taxed at a zero VAT rate.

Such services include processing operations such as assembly, installation, adjustment, modernization, and repair, which create new products or restore the operational characteristics of the object. This also includes tolling (contract processing) services.

Thus, services provided by a VAT-registered Ukrainian resident involving the processing of raw materials imported into Ukraine for such purposes are subject to VAT at a zero rate. The zero VAT rate applies both to the main contractor specified in the tolling agreement and to enterprises involved in technological processes related to the production of finished goods, provided this participation is stated in the agreement.

A zero tax rate is applied provided there is a valid contract between the non-resident customer and the resident contractor, a written commitment to export the finished goods outside the customs territory of Ukraine, and a copy of the customs declaration confirming the export [6].

It should be noted that there are currently no officially approved primary document forms for tracking the movement of tolling raw materials during processing. Therefore, the documentation of the movement of such raw materials and the results of their processing is carried out using standard primary documents typically applied to a company's own materials and finished goods. However, using general documentation forms for recording tolling raw materials is considered inefficient and overly labor-intensive [9].

Taking this into account, and considering the specific nature of tolling operations, Ivanenko V.O. [1] developed a set of primary documents designed to record the movement of tolling raw materials and the results of their processing at both the customer's and processor's enterprises.

The receipt of raw materials by the processor should be documented with an Acceptance-Transfer Act of Tolling Raw Materials. This act includes agreed-upon information on the name and quantity of the raw materials provided by the customer, their value and quality, suitability for processing, as well as the place of storage and processing.

During processing, it is recommended to use limit-issue cards for releasing raw materials, which record detailed information on the movement of each batch throughout the entire production process, as well as a Tolling Raw Materials Ledger that contains data on the raw materials received, issued to production, and remaining in stock by customer. An internal transfer invoice for products made from tolling raw materials serves as a basis for receiving finished goods and returnable waste into the warehouse.

Completion of processing operations is confirmed by an Act of Completed Works, which lists and evaluates the provided services, and by the Processor's Report on the Use of Tolling Raw Materials. This report, issued in physical units, includes information on the received raw materials, their normative and actual use, the resulting finished products, unused materials, and waste. It serves as the basis for writing off raw materials by the customer.

Shipment of the processed goods to the customer is documented with an Acceptance-Transfer Act of Tolling Processing Products and an Invoice for the Transfer of Processed Products. These documents include the name, quantity, assortment, and quality of the processed goods, as well as the volume of waste and unused raw materials.

The proposed documents are not part of the unified forms of primary accounting documentation, which means their structure and content may vary depending on the specifics of the enterprise's activities, technological processes, and production organization. Therefore, all such documents must be approved by an order or directive of the enterprise's management and incorporated into its accounting policy [1].

An examination of the structure and format of the proposed primary documents indicates that they cover the entire process—from the receipt of tolling raw materials to their processing and the recognition of the resulting finished goods. Consequently, these documents are suitable for practical implementation.

An analysis of the peculiarities of tolling operations in foreign economic activity demonstrates that, despite their advantages, such operations also have significant drawbacks. These processing schemes are often viewed as potentially harmful to domestic production. For example, at the end of 2021, the government expressed intentions to prohibit the import of tolling raw materials into Ukraine, particularly in agriculture. Previously, such restrictions applied only to specific product groups [8].

Thus, it is necessary to evaluate the benefits and drawbacks of tolling operations not only for processors and customers but also for the state, as their impact may be contradictory for different stakeholders.

Advantages of tolling operations. Tolling operations offer a number of significant benefits for all participants in the production process. For processing enterprises, they ensure a stable workload of production capacities without the need to invest in raw materials, thereby reducing financial risks and increasing resource efficiency. Such operations allow enterprises to specialize in particular technological processes, enhancing productivity, improving product quality, and fostering the development of technologically advanced industries.

For customers, tolling represents an opportunity to obtain high-quality processing services while maintaining ownership of raw materials and finished products. This model enables companies to optimize production costs, gain access to specialized technological capabilities that may not be available internally, and respond more flexibly to changes in market demand. In international trade, tolling may also offer advantages related to customs regimes, logistics, and tax optimization.

From the perspective of the state, tolling operations contribute to international cooperation, stimulate industrial specialization, and support the integration of domestic enterprises into global value chains. When properly regulated, tolling can increase employment, expand export potential, and encourage the modernization of industrial infrastructure through capital investments made by foreign partners.

Disadvantages of tolling operations. Despite their benefits, tolling operations are associated with several notable risks and drawbacks. One of the primary concerns is the potential dependency of domestic enterprises on foreign customers, which may reduce economic sovereignty and limit the long-term development of national industries. Overreliance on tolling may lead to the underdevelopment of local raw material production, weakening the state's internal economic structure.

Additionally, tolling schemes can complicate the organization of accounting and control processes. The need for separate documentation, detailed tracking of material movement, and adherence to strict contractual terms increases the administrative burden on enterprises. In some cases, tolling arrangements have been misused for tax evasion, manipulation of customs values, or circumventing import/export regulations, prompting the state to impose stricter controls and limitations.

From a broader economic standpoint, excessive use of tolling may hinder innovation and investment in domestic value-added production, as enterprises may prioritize short-term processing revenues over long-term technological development. As a result, tolling can create imbalances in the national economy if not accompanied by appropriate state oversight and regulatory mechanisms.

In this context, the state is responsible for ensuring proper legislative regulation and implementing specific restrictions on tolling operations to prevent harm to the national economy, avoid excessive dependency of domestic enterprises on foreign customers, and protect local production. Key state control instruments include:

1. Requiring customers to invest in the processing enterprise, its infrastructure, and social development.
2. Restricting certain types of tolling operations in Ukraine while providing support to state-owned enterprises.
3. Introducing licensing based on an enterprise's capacity to sustain high-tech processing industries in the country.
4. Improving the accounting of tolling operations to ensure enterprises have adequate information for evaluating pricing benchmarks, determining economic efficiency, and assessing the impact of currency fluctuations.
5. Analyzing how exchange rate changes affect company profits and selecting the most favorable settlement currency.
6. Ensuring full control over the movement of tolling raw materials at every stage of processing at any enterprise accredited by the relevant customs authority [3].

The European Union has established a well-structured and transparent framework for the accounting and regulation of tolling operations, reflecting the high level of integration, economic coordination, and harmonized legal environment within the bloc. In EU member states, tolling (processing under contract manufacturing, or "processing under contract") is widely applied across industries such as metallurgy, textiles, chemicals, pharmaceuticals, electronics, and automotive manufacturing. The accounting practices for such operations are based on uniform principles defined by EU customs legislation, International Financial Reporting Standards (IFRS), and national accounting standards aligned with EU directives.

A core element of EU practice is the clear distinction between ownership of raw materials and responsibility for their processing. In accordance with IFRS (especially IFRS 15 and IAS 2), the processor does not recognize tolling raw materials as inventory on its balance sheet, since the ownership remains with the customer. Instead, the processor records only the cost of services provided, reflecting them as contract revenue. This approach ensures accurate representation of risks and obligations of the parties involved.

The movement of tolling materials across EU borders is regulated by the Union Customs Code (UCC), which provides a special customs procedure called Inward Processing Relief (IPR). Under IPR, raw materials may be imported into the EU without payment of customs duties or import VAT, provided they are processed and subsequently re-exported. Enterprises are required to maintain detailed records of all incoming materials, processing techniques, waste quantities, and outputs. These records must be available for customs audits and serve as the basis for calculating potential customs liabilities if goods are released for free circulation in the EU market.

EU enterprises commonly implement integrated ERP systems (such as SAP, Oracle, or Microsoft Dynamics) to maintain transparent tracking of tolling materials. These systems ensure real-time monitoring of inventories, production stages, and compliance with regulatory requirements. The processor must maintain separate analytical accounts for customer-owned raw materials and finished products, ensuring that they are not mixed with the enterprise's own assets.

Another notable feature of EU accounting practice is the emphasis on sustainability reporting and traceability. Many industries, particularly chemicals and electronics, follow the REACH regulation and extended producer responsibility schemes. These require enterprises to maintain complete traceability of materials through all processing stages, significantly improving transparency and control over tolling operations.

Furthermore, the European Union applies strict regulations on transfer pricing, ensuring that tolling fees between related parties are set at arm's length. This reduces the risk of tax evasion and manipulation of customs values through tolling schemes—a problem that is more common in countries with less developed oversight mechanisms.

Overall, the EU experience demonstrates that effective accounting and regulation of tolling operations rely on standardized documentation, strict customs control, integration of digital accounting systems, and full traceability of material flows. Such a model not only minimizes risks associated with tolling schemes but also promotes transparency, operational efficiency, and compliance with international accounting practices.

The regulatory and accounting approaches to tolling operations in the European Union and Ukraine demonstrate both conceptual similarities and substantial structural differences, reflecting the overall maturity of the economic environment, institutional capacity, and level of integration into global value chains.

1. Regulatory Framework and Legal Environment

In the European Union, tolling operations are governed by a consistent and harmonized legal framework rooted in the Union Customs Code (UCC), EU directives, and national legislation aligned with these acts. This ensures a unified approach across all member states, minimizing discrepancies in interpretation and enforcement. Customs procedures such as Inward Processing Relief (IPR) allow enterprises to import raw materials duty-free for processing and re-export, provided strict documentation and control requirements are met.

In contrast, Ukraine's regulatory framework is more fragmented and continues to evolve. While Ukrainian customs legislation also provides mechanisms for tolling operations, the application of these rules is often complicated by frequent amendments, lack of unified standards, and inconsistent enforcement. Furthermore, certain industries in Ukraine have faced past attempts by the government to restrict or discontinue tolling operations due to concerns about reduced domestic value creation and potential misuse of customs benefits.

2. Accounting Standards and Recognition of Assets

EU enterprises apply IFRS either mandatorily or voluntarily, ensuring uniform treatment of tolling raw materials and services. Under IFRS, tolling raw materials do not appear as inventories on the processor's balance sheet, as ownership remains with the customer. Instead, the processor records only revenue from services performed.

Ukraine formally uses national accounting standards (NAS), which are partially aligned with IFRS but allow wider interpretive variation. Although Ukrainian accounting principles also prohibit recognizing tolling raw materials as the processor's assets, the lack of detailed methodological guidelines often results in ambiguous or inconsistent accounting treatment among enterprises. This increases the need for internally developed documentation frameworks to ensure accurate reporting.

3. Documentation Practices and Traceability

In the EU, documentation of tolling operations is standardized and highly regulated. Enterprises utilize integrated ERP systems such as SAP or Oracle, which provide automation, traceability, and real-time monitoring of material flows. Documentation forms are not only well defined but also regularly audited by customs and tax authorities to ensure compliance.

In Ukraine, standardized forms for tracking tolling raw materials have not been officially approved. As a result, enterprises must develop their own documentation, such as acceptance-transfer acts, limit-issue cards, and internal movement statements. While these documents can be effective when properly designed, the absence of unified requirements increases the risk of errors, compliance issues, and reduced transparency.

4. Customs Control and Risk Mitigation

EU customs authorities maintain strict oversight through electronic customs systems, automated risk analysis, and periodic audits. These mechanisms significantly reduce opportunities for manipulation and ensure high compliance levels.

In Ukraine, customs control is improving but remains less automated and more susceptible to administrative inconsistencies. The lack of unified digital systems and comprehensive traceability increases risks of misreporting, fraud, and inefficiencies in monitoring the flow of tolling raw materials.

5. Economic and Policy Implications

In the European Union, tolling operations are regarded as a legitimate and beneficial instrument for enhancing competitiveness, supporting specialization, and integrating enterprises into transnational production networks. The established regulatory environment minimizes risks and ensures stable benefits for both the state and private sector.

In Ukraine, however, tolling operations are sometimes viewed with caution due to their perceived potential to undermine domestic production and reduce tax revenues. As such, policymakers periodically consider restrictions or industry-specific prohibitions. This reflects the state's concern about economic dependency and limited domestic value-added creation.

6. Overall Assessment

The comparison highlights that the EU model is characterized by systematic regulation, strong institutional capacity, technological integration, and high transparency, while Ukrainian practice is marked by regulatory gaps, reliance on internal documentation, and evolving standards. Despite these differences, Ukraine can benefit significantly from adopting elements of the EU approach, such as digital traceability, harmonization with IFRS, and clearer official documentation standards.

Tolling operations have become widespread both globally and within Ukraine's economic practice, serving as a form of cooperation and specialization among enterprises. Their popularity stems from a number of advantages they offer to processing companies, customers, and the state as a whole. At the same time, the state must ensure proper legislative regulation and introduce specific restrictions on tolling operations to prevent harm to the national economy and to avoid domestic enterprises becoming excessively dependent on foreign customers or other countries.

The organization and methodology of accounting at a processing enterprise largely depend on the terms of the subcontracting agreement for the processing of tolling raw materials or the use of customer-owned materials during production. It is advisable to maintain accounting records for tolling raw materials using second- and third-level subaccounts for each contract and type of service. This approach enables the enterprise to obtain detailed information on the availability and movement of tolling raw materials and the resulting products, while also improving the quality of operational control and analysis of their receipt, use, and disposal.

The documentation of the receipt, storage, issuance for production, and recognition of the processed output must be carried out separately from similar operations related to the enterprise's own raw materials and finished goods. Proper documentation is essential to ensure accurate accounting of tolling operations. The use of the proposed primary document forms will guarantee correct reflection of these transactions in accounting records and will help maintain control over raw material consumption, safeguard the enterprise's resource base, and track additional costs incurred during processing.

Operations involving tolling raw materials have become widely adopted in both global and domestic economic practice, functioning as an important form of industrial cooperation and enterprise specialization. Their popularity stems from the significant advantages they offer to all participants: processing companies benefit from higher production loads and stable partnerships, customers gain access to specialized capacities without the need for additional investment, and the state receives economic growth and increased export potential. However, these benefits also create risks, making it essential for the state to establish clear legislative regulation and specific restrictions. Such measures are necessary to prevent potential negative consequences, including economic instability, unfair dependence of domestic producers on foreign contractors, and vulnerabilities in national industries.

The organization and methodology of accounting at processing enterprises are directly influenced by the terms of the tolling contract. Accurate and transparent accounting requires detailed tracking of tolling raw materials and the results of their processing. The use of sub-accounts of the second and third levels for each contract and for each type of service makes it possible to obtain more precise information on the availability, movement, and disposal of raw materials and processed products. This approach enhances the effectiveness of operational control and analytical procedures within the enterprise.

Proper documentation plays a crucial role in ensuring reliable accounting of tolling operations. All processes including the receipt, storage, release into production, and recording of processed outputs must be documented separately from those involving the company's own materials and products. The use of standardized primary documents ensures the lawful and correct reflection of these transactions in the accounting records. Additionally, it strengthens control over the consumption of tolling raw materials, safeguards the company's resource base, and provides transparency in the calculation of additional expenses incurred during processing.

Overall, the effective regulation, documentation, and accounting of tolling transactions contribute to the stable functioning of enterprises, the protection of national economic interests, and the formation of trustworthy cooperative relationships between business partners.

In summary, the comparison of tolling operations accounting between the European Union and Ukraine demonstrates that, while both systems are based on the principle of non-recognition of tolling raw materials as assets of the processor, the EU model is significantly more structured, transparent, and technologically integrated. The EU benefits from harmonized legislation, standardized documentation, and advanced digital customs and accounting systems, which ensure high traceability and minimize compliance risks. In contrast, Ukraine's framework remains less unified and more vulnerable to gaps in regulation and documentation, requiring enterprises to develop internal procedures to compensate for the absence of officially standardized forms. As a result, EU practices provide a more predictable and efficient environment for tolling operations, while Ukraine continues to move toward greater alignment with international standards, necessitating further regulatory refinement and institutional modernization.

References.

1. Ivanenko V.O. Documentation of operations related to the movement of tolling raw materials and the results of their processing. [Electronic resource]. Access: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/Soc_gum/Vzhdtu_econ/2012_1_1/18.pdf
2. Kiliar O. Specific features of accounting for tolling raw material processing operations. Visnyk KNTEU, 2007, No. 6, pp. 107–114.
3. Kulyniak I.Ya. Advantages and disadvantages of tolling operations. [Electronic resource]. Access: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/inek/2012_10/273.pdf
4. Customs Code of Ukraine dated 13.03.2012 No. 4495-VI. Access: http://zakon.rada.gov.ua
5. Mykhalevych S. Accounting for tolling raw materials at textile enterprises and ways of its improvement. Accounting and Auditing, 2007, No. 4, pp. 47–51.
6. Chasovnikova Yu.S., Ostapenko I.I. Problems of documenting the processing cycle at food industry enterprises. Business Inform, 2012, No. 11, pp. 154–157.
7. European Commission. Union Customs Code (UCC) and Implementing Provisions (updated 2023). Brussels: European Commission. [Electronic resource]. Access: https://taxation-customs.ec.europa.eu
8. OECD. Global Value Chains and the Future of Trade. OECD Publishing, 2021. [Electronic resource]. Access: https://www.oecd.org/trade
9. European Court of Auditors. EU Customs Controls: Challenges in Monitoring Goods under Special Procedures, 2022. [Electronic resource]. Access: https://eca.europa.eu
10. WTO. Trade Policy Review: European Union 2023. Geneva: World Trade Organization, 2023.
11. International Trade Centre (ITC). Processing under Customs Control: Modern Approaches to Outsourced Production. Geneva, 2021.
12. UNCTAD. World Investment Report 2022: International Production Beyond the Pandemic. UNCTAD Publishing, 2022.
13. PwC. Customs and Global Trade Compliance Outlook 2024. PwC Global, 2024.
14. Deloitte. Toll Manufacturing and Contract Processing: Accounting and Tax Implications in Global Supply Chains. Deloitte Insights, 2022.
15. KPMG. Transfer Pricing and Toll Manufacturing Arrangements: Compliance Guidelines for 2023–2024. KPMG Global Reports, 2023.

16. European Parliament Research Service (EPRS). EU Industrial Strategy and Resilience of Supply Chains. Brussels, 2023.
17. CIPS – Chartered Institute of Procurement & Supply. Outsourced Manufacturing and Raw Material Supply Models, 2021.

1.4. Management of Customer Data in the Digital Economy: Modern Approaches and the Capabilities of CRM Technologies

In the XXI century, enterprises operate in an exceptionally dynamic environment in which the interaction of technological, economic, and behavioural factors shapes a fundamentally new business model. The rapid development of digital tools, rising consumer expectations, the emergence of new communication channels, and the intensification of global competition generate both additional opportunities and significant challenges for companies.

One of the most influential transformations in recent years has been the reconfiguration of approaches to processing personal data. The active implementation of regulatory frameworks-such as the General Data Protection Regulation (GDPR) in the European Union, analogous acts in the United States and other countries-together with the strategic shift of major technology companies (including Google and Apple) toward restricting third-party tracking, has reshaped the paradigm of digital marketing. Most traditional instruments based on third-party cookies are gradually losing their effectiveness and are moving to the periphery of marketing practice.

Companies that relied on third-party cookies for decades have lost familiar mechanisms of segmentation and remarketing. Even Google's temporary decision to delay the complete phase-out of cookie identifiers in the Chrome browser does not diminish the strategic importance of this transition. Forecasts indicate that by 2026 browsers will fully adopt new privacy-oriented mechanisms-including the Privacy Sandbox, IP address protection, and other tools designed to minimize external digital tracking [12; 13; 14]. This shift forces enterprises to rebuild the processes of collecting, managing, and utilising customer data. Under such conditions, the importance of instruments enabling long-term customer relationships, lifecycle management, and data-driven marketing decision-making increases dramatically [11; 14].

One of the key tools capable of meeting these challenges is Customer Relationship Management (CRM) systems-specialised platforms that ensure the collection, structuring, analysis, and practical application of customer data [1–3; 5; 8]. In modern business, CRM does not merely automate sales or register contacts; it becomes the analytical and strategic core of the enterprise, integrating marketing, logistics, service management, customer support, and analytics into a unified ecosystem [1; 3; 5; 9].

At the same time, despite the growing popularity of CRM solutions, many companies-particularly small and medium-sized enterprises-still lack a sufficient understanding of these systems' capabilities, the conditions required for their effective implementation, the associated risks, the economic implications, and their actual impact on performance outcomes [2; 5; 8]. This creates the need for a comprehensive examination of the theoretical, methodological, and practical aspects of CRM application in the modern economy.

Moreover, changes in the global economic and geopolitical environment, particularly those related to the full-scale war in Ukraine, have formed a unique context for the digital transformation of national businesses. Many Ukrainian enterprises are compelled to operate under high levels of risk, logistical constraints, resource shortages, and unstable demand. Under such circumstances, CRM systems are regarded not only as marketing tools but also as mechanisms for stabilising, structuring, and enhancing the flexibility of business processes.

Thus, contemporary market trends and consumer behaviour patterns create conditions under which CRM systems evolve into key elements of the digital infrastructure of enterprises, providing a comprehensive approach to data collection and analysis, the development of effective marketing strategies, and the maintenance of competitiveness under turbulent conditions.

The concept of customer relationship management developed gradually as marketing and service approaches evolved. At the early stages, CRM was viewed primarily as a tool for recording contacts and controlling the stages of the sales process. The first software products of the 1990s functioned as telephone directories, basic customer cards, and primitive communication logs. However, with rising competition and the shift toward a digital economy, it became evident that maintaining customer loyalty required not occasional communication but a systematic approach to relationship management [1; 3].

Over time, CRM transformed into an integrated platform capable of providing deep insights into consumer behaviour, needs, expectations, and reactions to brand communications. Modern CRM systems support marketing, analytics, sales, logistics, customer service, business process automation, personalised offer generation, and targeted campaigns [3; 5; 8].

CRM gained particular importance in the era of digital transformation, as businesses increasingly adopt a data-driven model. In such a model, all decisions-marketing, strategic, and logistical-are made based on data rather than intuition or fragmented experience. In this context, CRM serves as a central link ensuring data consistency, channel integration, and multi-level analytics throughout the customer lifecycle () [9; 11; 16].

An analysis of the works of domestic and foreign scholars confirms that CRM is viewed far more broadly than merely as an information product. Rybachuk-Yarova T.V. and Marchenko M.I. emphasise CRM as a system for managing a company's customer capital, integrating technologies, strategies, and business processes [1]. Researcher Proshchenko A.K. highlights the functional capabilities of CRM as a tool for optimising marketing decisions, enabling enterprises to create competitive advantages by improving service quality and personalising communications [2].

Kahan I.V., Kostiuchko S.M., and Bilotserkivskyi O.B. stress the role of CRM in enhancing the efficiency of business process management, including customer segmentation, demand forecasting, value proposition development, and improving operational performance [3; 4]. In other words, CRM has evolved from an information system into an integrated managerial technology capable of supporting strategic decision-making within an enterprise.

A number of scholars focus on the impact of CRM on digital marketing, emphasising that modern platforms ensure integration with web analytics, social networks, e-commerce, chatbots, and other channels of digital communication [5–8]. Particular attention should be given to the study by Kobylyukh O.Ya., who examines the advantages and disadvantages of CRM systems and the mechanism of their implementation in Ukrainian enterprises [9].

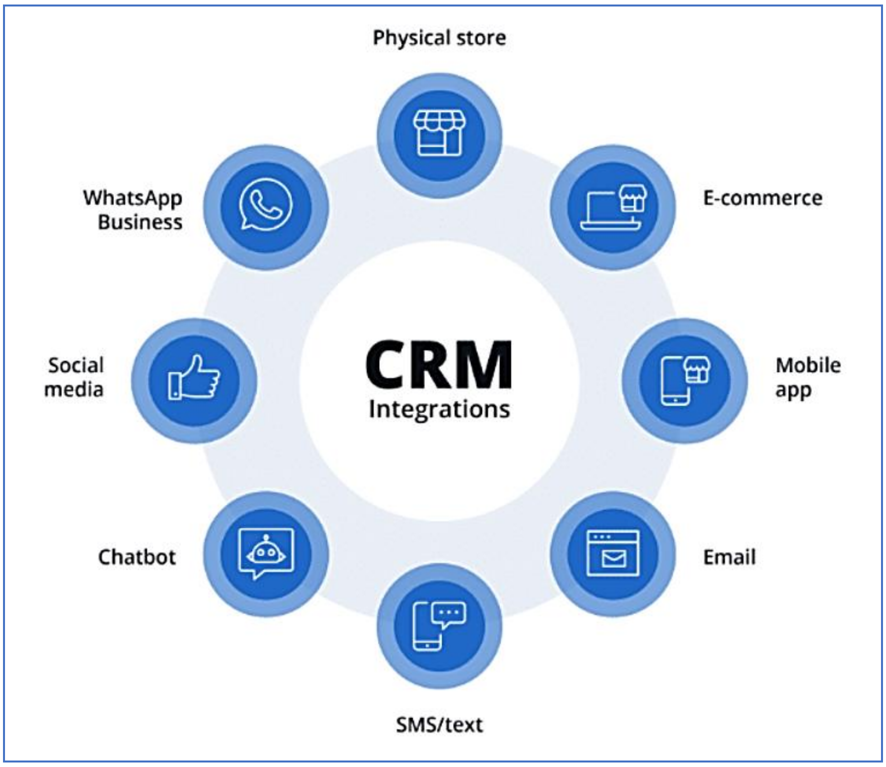

Figure 1. Integrate with CRM to ensure seamless data exchange
Source: compiled based on [1–3; 9; 11; 16]

Summarising the scientific approaches, CRM can be defined as "a set of technological, analytical, and organisational solutions aimed at managing the full customer lifecycle and building long-term relationships based on personalised interaction and accurate data" [1; 3; 8].

Modern CRM systems have a multi-level architecture that includes:

1. Operational level – management of contacts, leads, sales stages, deal tracking, and communication history.
2. Analytical level – segmentation, sales funnels, customer behaviour forecasting, campaign performance evaluation, analysis of LTV, CAC, and churn indicators.
3. Marketing level – campaign automation, personalised offers, email marketing, trigger scenarios, and omnichannel communications.

4. Service level – customer support, request registration, SLA control, chatbot integrations.
5. Integration level – interaction with ERP, WMS, TMS, CDP, e-commerce, telephony, messengers, and other systems [3; 5; 16].

Thus, CRM provides not only informational support but also strategic management of customer relationships, acting as the "digital core" of the business.

In a world where data has become a key business asset, CRM functions as a structured environment for collecting, systematising, and practically applying data. Companies with direct access to high-quality first-party data gain substantial advantages in forecasting accuracy, product development, service personalisation, and customer retention.

Given the phase-out of cookies and the constraints on third-party information sources, CRM becomes the primary source of reliable customer data, as it enables businesses to:

- collect first-party and zero-party data;
- build a complete customer profile;
- obtain consent for data processing in accordance with regulatory requirements;
- construct behavioural models based on historical information;
- integrate data with other platforms (CDP, analytical systems, advertising tools) [12–16].

Accordingly, CRM becomes a central component of business strategy in the new economy, where intelligent data analysis determines the competitive advantages of an enterprise.

One of the most significant trends in digital marketing has been the gradual disappearance of third-party cookies-an instrument that for decades remained the foundation of targeted advertising, remarketing, and user behaviour analytics.

The temporary postponement of the full phase-out of third-party cookies in Google Chrome until 2025 does not change the company's overall strategic direction. Google continues to implement the Privacy Sandbox framework, strengthen IP-protection mechanisms, limit cross-site tracking, and introduce anonymised advertising APIs [13].

For businesses, this shift entails several major changes:

- reduced possibilities for external tracking of user behaviour;
- increased importance of first-party data;
- the need to build proprietary databases and consent-management platforms;
- deeper integration of CRM with other marketing analytics tools [11–14].

According to surveys of marketing executives conducted in 2023, more than 92% stated that the phase-out of third-party cookies makes proprietary data the company's most valuable asset [14].

Under these circumstances, CRM systems evolve from mere data-recording tools into strategic platforms that compensate for the loss of external data sources through deeper analysis of a company's own customer behaviour.

The shift in privacy regulations has fundamentally transformed data-collection mechanisms. Today, three groups of data have become particularly important:

1. First-party data – information collected directly by the enterprise: purchase history, website behaviour, correspondence, CRM data.
2. Zero-party data – information voluntarily provided by consumers: surveys, preferences, personalised settings, chatbot responses.
3. Service data – records of interactions with support, service teams, orders, and logistics.

CRM becomes the central hub where these data flows are accumulated, cleaned, analysed, and used for personalisation and decision-making. As a result, CRM provides a complete view of the customer lifecycle and enables the creation of personalised interaction scenarios without violating privacy principles.

However, modern marketing can no longer rely on CRM alone. In complex digital environments, CRM is supplemented by more powerful analytical tools-Customer Data Platforms (CDP) [16–18; 20].

Unlike CRM, CDPs aggregate data from diverse sources (web, mobile apps, e-commerce, social media, messengers), structure behavioural statistics, provide a full 360-degree customer view, and support deep segmentation and large-scale data analysis.

Within this ecosystem, CRM functions as the operational layer-managing interactions, deals, sales, and communications-while CDP represents the analytical core and behavioural modelling environment (Table 1).

Thus, it can be confidently stated that modern CRM is no longer an autonomous tool but a component of a broader data-management architecture. Consequently, CRM should be viewed as an integral element of an expanded data ecosystem.

AI has become the most prominent trend in the development of CRM. Over the past three years, all major CRM platforms (Salesforce, HubSpot, Zoho, Microsoft Dynamics) have introduced AI-based modules, including:

- automatic lead classification;
- personalised recommendations;
- customer churn prediction;
- generation of email-campaign content;
- sales-manager recommendations;
- customer sentiment analysis;
- AI-powered service chatbots [15; 17; 19].

Table 1

Comparison of CRM and CDP Platforms

Criterion	CRM	CDP
Core Function	Customer interaction management	Deep data integration and analytics
Data Type	Contact, historical, transactional	Behavioral, technical, segmented
Data Sources	Mainly internal	All possible channels

Purpose	Sales, marketing, service	Analytics, segmentation, personalization
Operating Principle	Operational management	Analytical data orchestration
Level of Personalization	Moderate	Very deep
Scalability	Medium–high	High–very high

Source: Compiled based on [16–18; 20]

AI significantly increases forecasting accuracy, reduces operational costs, optimises marketing processes, and enables small businesses to leverage enterprise-level analytics [11; 15].

Modern customers interact with brands through dozens of channels, and CRM must ensure: a unified customer profile; a complete history of all interactions; synchronisation of email, social networks, messengers, and telephony; as well as trigger-based scenarios that account for cross-channel customer movement. Traditional CRM systems cannot cope with this complexity-without integrations, automation, and AI, the customer journey remains fragmented.

In 2024–2025, omnichannel communication became an obligatory condition for competitiveness, as customers increasingly interact with brands across numerous online and offline channels. Businesses must provide a unified and consistent experience at every touchpoint, and CRM systems serve as the central instrument that synchronises behavioural data, interaction history, and communication responses.

Through channel integration, companies gain the ability to personalise messages, enhance the effectiveness of marketing campaigns, and reduce losses caused by communication gaps. Conversely, the absence of an omnichannel approach results in lead leakage and lower customer satisfaction.

Thus, omnichannel communication has evolved into a strategic requirement of the modern marketplace, and CRM plays a key role in creating a coherent customer-interaction ecosystem.

In today's digital environment, CRM systems are gradually transforming from customer-relationship tools into comprehensive data-management platforms that comply with strict international privacy regulations. The expansion of GDPR in the EU, the CCPA in the USA, and the strengthening of national data-protection laws worldwide are reshaping information-processing principles, obliging companies to handle customer data with maximum transparency and security [11; 12].

Under the influence of these regulations, CRM systems acquire the functions of a centralised access-management environment where user rights, data-usage boundaries, and modification protocols are clearly defined. Essential components include logging all data-related actions, maintaining event journals, automatic update tracking, and applying end-to-end encryption. In parallel, CRM systems integrate with backup solutions and data-recovery technologies, ensuring operational stability even in the event of cyber incidents or technical disruptions [11].

One of the key trends is the active integration of CRM systems with consent-management platforms, which make it possible to track the origin of data, record user consent for its processing, modification, or deletion, and manage different permission levels in real time. This capability is critically important, as any improper data handling-from the accidental misuse of an email address to incorrect storage of interaction history-may lead not only to financial penalties but also to long-term reputational damage.

In this context, CRM functions not merely as a marketing or sales tool but as a strategic component of the corporate security framework. It ensures transparency in data-handling processes, minimizes legal risks, and guarantees compliance with standards of responsible information management, which becomes one of the key sources of competitive advantage in the digital economy.

The global CRM market demonstrates steady and intensive growth, remaining one of the most dynamic segments of digital technologies. Over recent years, it has expanded faster than most other categories of software, which underscores the strategic importance of customer-data management for businesses. Forecasts by leading analytical agencies confirm this trend: in 2024, the market volume is estimated at approximately USD 70.3 billion, and in 2025 it is expected to reach USD 81–85 billion. Further growth also appears stable, with projections of nearly USD 145.6 billion by 2029 and more than USD 158 billion by 2033 [15–17].

These indicators show that the CRM segment has matured into a structured and well-established industry that continues to expand despite global economic fluctuations and uncertainty. Market growth is driven by increasing demand for tools that enhance personalisation, automation, analytics, and customer-relationship management-capabilities that have become critically important for companies of all sizes. CRM technologies are increasingly integrated with omnichannel systems, CDP platforms, and AI modules, further strengthening their role in business digitalisation.

The key drivers of CRM-market growth in 2024–2025 include:

1. The AI revolution – CRM platforms with built-in artificial-intelligence modules (automatic scoring, content generation, forecasting, and recommendations) [15; 17].
2. Omnichannel communication – unifying all customer-interaction channels into a single system [6; 7; 16].
3. The phase-out of cookies – the growing need for first-party and zero-party data [12–14].
4. Cloud solutions – SaaS models becoming dominant for SMEs [15].
5. Integration with e-commerce and logistics platforms – CRM as part of broader business ecosystems [5; 6; 21].
6. CDP development – CRM+CDP architectures increasingly replacing classical CRM systems [16–18; 20].
7. Growing competition in customer service – customer-centricity becoming a key success factor [5; 15].

Thus, CRM has evolved beyond a standalone tool and has become a central element of the digital enterprise management model.

The global CRM market is shaped by four key categories of platforms, each performing a distinct function within the system of customer interaction (Fig. 2). The largest segment-approximately 45–48%-is represented by operational CRM systems, which focus on sales processes, customer support, and account management.

In parallel, analytical CRM systems are developing rapidly, demonstrating annual growth rates of up to 12–15%. These platforms increasingly incorporate artificial intelligence and machine-learning modules that enhance the depth and precision of data processing [15–18].

Collaborative CRM systems ensure coordinated communication between various departments of an organization and across multiple customer-interaction channels.

A separate category is formed by strategic CRM systems, which follow data-driven principles and are closely integrated with CDP and BI solutions to support comprehensive customer-data management.

Among the global CRM market leaders-the most influential CRM platforms worldwide in 2024–2025-are the following:

1. Salesforce – the undisputed leader (market share around 23%).
2. HubSpot – a strong SaaS solution for small and medium-sized businesses.
3. Microsoft Dynamics 365 – a CRM system integrated into the broader corporate infrastructure.
4. Zoho CRM – an affordable and scalable solution featuring the Zia AI module.
5. Pipedrive – popular among SMEs due to its simplicity.
6. SAP Customer Experience – a solution designed for large enterprises and corporations [15].

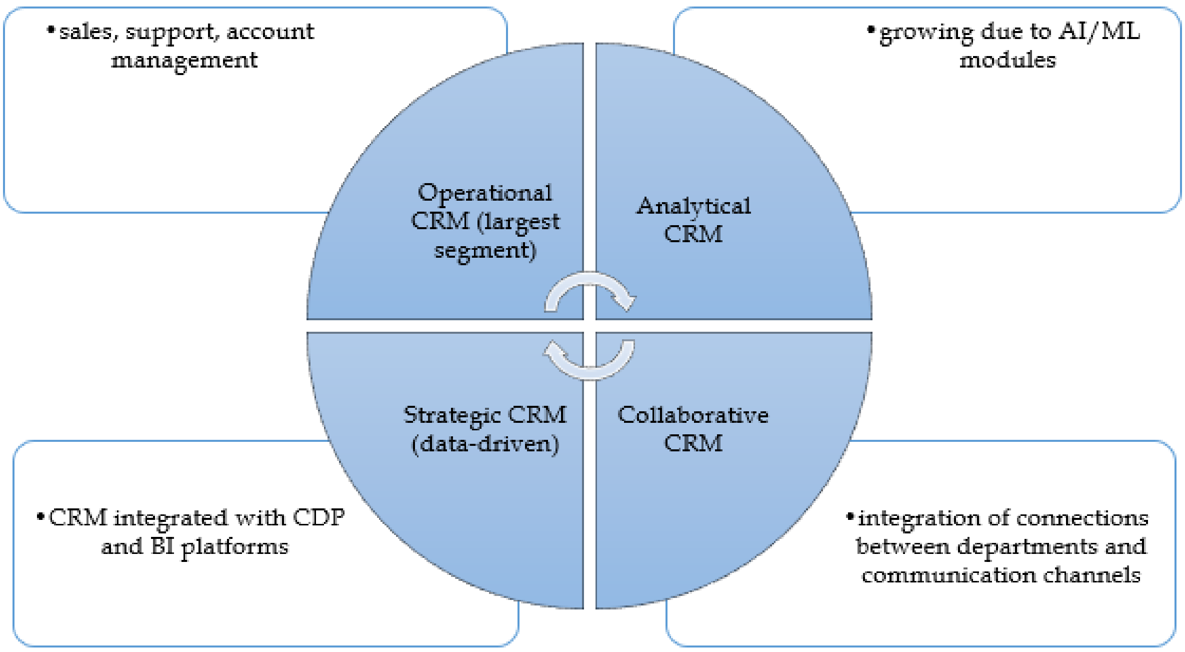

Figure 2. Main segments of the CRM market by platform type
Source: compiled based on [15–18]

The rapid development of artificial intelligence has led to an additional division of systems into traditional CRM and AI-first CRM, where AI is not just a "module" but a core architectural component (Freshsales AI, HubSpot AI, Salesforce Einstein 1) [15; 17].

The global geography of CRM adoption demonstrates significant variation in growth rates across regions; however, all major markets confirm strong and stable demand for customer data management systems. The North American market is considered the most mature and technologically advanced, with CRM platforms deeply integrated with AI modules, CDP systems, and enterprise analytics ecosystems [15; 17]. This region is dominated by comprehensive solutions such as Salesforce, HubSpot, and Zoho Enterprise, which set the direction for global industry evolution.

In the European Union, CRM market growth is largely driven by GDPR requirements, which incentivize companies to adopt tools for transparent and controlled data management. As a result, CRM is viewed not only as a marketing solution but also as a critical element of regulatory compliance and enhanced corporate accountability.

The Asia-Pacific region demonstrates the fastest growth rates, reaching 16–20% annually [15; 17]. This acceleration is attributed to the rapid expansion of e-commerce, mobile applications, super-apps, and digital marketplaces. CRM adoption is increasing particularly quickly in Japan, South Korea, Singapore, and India, where digital services are becoming the dominant model of consumer interaction.

Eastern Europe and Ukraine also demonstrate significant dynamics of CRM adoption despite the smaller overall market size. In this region, the development of CRM systems is shaped by the impact of the war, reconfigured logistics chains, accelerated digitalization of business processes, and the mass transition of companies into online environments. CRM has become an instrument of stability and adaptation, enabling businesses to preserve their customer base and maintain operational continuity under conditions of heightened turbulence.

The Ukrainian CRM market has unique characteristics heavily influenced by the wartime context and structural shifts in the economy. In Ukraine, the implementation of CRM systems is taking place amid war, constant threats to business operations, and high economic volatility. Companies are dealing with disrupted logistics, customer migration, changes in demand structures, and the need to rapidly adjust marketing processes. Under these circumstances, CRM becomes an essential instrument for ensuring stable communication, preserving customer data, updating information in real time, and enabling personalized interactions.

There is a growing demand for systems that provide flexibility, automation, and transparency, as businesses must remain operational even in cases of partial infrastructure loss or workforce shortages. Ukrainian companies are increasingly adopting cloud-based CRM solutions, which help minimize operational risks and ensure continuity of business activity. The demand for CRM systems increased significantly during 2021–2024, as these platforms enable companies to retain customers, optimize expenses, and make data-driven decisions despite a highly uncertain environment [20; 21]. Ukrainian businesses view CRM as a stabilizing mechanism amid turbulent conditions.

The key trends of the Ukrainian CRM market can be summarized as follows:

1. Explosive growth in demand. From 2021 to 2024, the demand for Ukrainian CRM systems increased almost eightfold (from 7% to 54%) [21]. This surge is driven by the rapid shift of businesses online, market reorientation, and intensifying competition.
2. Preference for secure data storage. Ukrainian companies increasingly seek CRM systems hosted on servers located in Ukraine or the EU to minimize data loss risks [21].
3. Cost as a decisive factor. For Ukrainian businesses, price remains a critical consideration, unlike international corporations, which prioritize functionality and ROI [5; 15; 21].
4. CRM as a survival tool. Under wartime conditions, CRM systems help stabilize operational processes, monitor orders, logistics, finances, communications, and document flow [20; 21].
5. Growing demand for CRM with built-in telephony, messengers, and Telegram bots. The Ukrainian market is one of the most dynamic globally in terms of using chatbots and messengers for business communication [21].

CRM performance indicators show that these systems remain among the most effective tools of business digital transformation. Most companies report significant improvement in access to customer data, enhanced analytical accuracy, and the ability to achieve financial goals more quickly (Table 2). The data clearly demonstrate that CRM is not merely an IT solution but a multiplier of overall business efficiency, especially in conditions of instability. Strong increases in conversion rates, sales, customer satisfaction, and sales team productivity confirm the key advantages of CRM-personalized interaction, process automation, and centralized data management.

Table 2

Key results of CRM implementation based on 2023–2024

Indicator / Effect	Value
Companies reporting improved access to higher-quality customer data	72%
Executives stating that CRM helped achieve financial goals	92%
Businesses assessing the CRM effect as “significant”	64%
Increase in sales after CRM implementation	+29%
Increase in conversion rate	+300%
Increase in customer satisfaction	+47%
Increase in sales department productivity	+21%
Increase in lead conversion	+17%
Customer retention	+16%
Growth in demand for Ukrainian CRM (2021–2024)	×8

Source: compiled based on [15]

In 2024–2025, CRM systems strengthened their position as one of the key instruments of competitive business development. Their value has significantly increased amid regulatory changes, heightened privacy requirements, the rapid spread of artificial intelligence technologies, and the integration of CRM with CDP, AI, and BI platforms. Under these conditions, businesses require not merely contact management or sales automation, but a comprehensive system that ensures operational efficiency, accurate analytics, personalized interaction, and resilience to external risks. This creates the need for a systematic classification of the advantages offered by modern CRM solutions.

The advantages of CRM can be grouped into six main categories, each performing an essential function in business development.

Operational advantages include automation of routine processes, reduced workload for managers, and increased productivity across sales and marketing departments. Centralized data storage provides companies with a structured information environment that accelerates daily operations.

Marketing advantages manifest in the ability to create personalized offers, develop trigger-based interaction scenarios, and significantly enhance the effectiveness of email, social media, and messenger campaigns. CRM improves customer lifetime value (LTV) and strengthens retention mechanisms.

Analytical advantages enable businesses to model customer behavior, forecast sales and churn, and segment audiences based on behavioral and transactional characteristics. This minimizes the likelihood of strategic errors and supports informed decision-making.

Tactical advantages allow companies to respond flexibly to market changes, adjust marketing strategies in real time, and evaluate the performance of communication channels-an especially critical capability in conditions of economic instability and fluctuating demand.

In the long-term perspective, strategic advantages support the transition to a data-driven management model, facilitate business scaling, and promote the development of long-term customer relationships. Integrating CRM into a broader digital ecosystem-including CDP, AI, and BI solutions-expands organizational capabilities in personalization and analytics.

Finally, organizational advantages emerge through process standardization, improved transparency of employee performance, and enhanced coordination between departments. CRM optimizes internal communications, document management, and ensures consistency of managerial decisions at all levels.

Despite the significant advantages and the growing role of CRM in the digital economy, the use of these systems in 2024–2025 is accompanied by a number of risks and limitations that may substantially affect business performance. Given the increasing complexity of platforms, the tightening of regulatory requirements, and the rapid development of technologies, companies must systematically assess the potential drawbacks of CRM and take them into account during implementation.

The first group consists of financial risks, associated with the high cost of complex CRM solutions, particularly platforms oriented toward artificial intelligence. Additional expenses arise from integrations, customization, technical support, and the need to scale the system as the business grows.

Technological risks include difficulties integrating CRM with a large number of data sources, potential technical failures that may interrupt operational processes, and dependency on cloud infrastructure, which becomes critical in the event of cyberattacks or system outages.

Security risks are becoming increasingly relevant, encompassing threats of data breaches, ransomware attacks, and violations of GDPR or national legislation. Errors in consent management or improper access administration may lead to substantial financial and reputational consequences.

Equally important are organizational risks, such as employee resistance to change, insufficient discipline in maintaining CRM records, and the underdevelopment of a data-driven corporate culture. In such conditions, even the most advanced system cannot ensure high effectiveness.

A separate group consists of analytical risks, which arise from low-quality input data, insufficient staff competence in analytics, segmentation, or AI-module usage. As a result, predictive models may generate inaccurate or misleading conclusions.

Finally, strategic risks include excessive dependence on CRM as the sole source of data, errors in designing information flow architecture without CDP solutions, and weak alignment between CRM and the company's strategic goals. All of this may lead to a situation where the system operates formally but fails to deliver strategic value.

A summary of the advantages, disadvantages, and risks is presented in Table 3.

Table 3

Summary of CRM Advantages, Disadvantages and Risks in 2024–2025

Category	Content
Advantages	Increased productivity; process automation; personalization; analytics; multichannel communication; AI support; logistics integration; cost optimization; higher customer loyalty
Disadvantages	High implementation costs; dependence on technology; integration complexity; need for staff training; risk of data fragmentation; long adaptation period
Risks	Privacy violations; data leakage; low data quality; employee resistance; technical failures; misalignment with corporate strategy; legal consequences

Source: compiled based on [8; 11; 15; 16]

Under current conditions, CRM systems have ceased to function as standalone tools and are increasingly integrated into broader data-management architectures. In 2024–2025, businesses are transitioning toward a comprehensive data-ecosystem model, in which CRM is responsible for the operational level of interaction-processing contacts, deals, and service requests-while CDP platforms centralize behavioural and transactional data, creating a holistic customer profile. Additional value is generated by AI modules that automate decision-making, support predictive models, and enhance analytical accuracy.

In parallel, BI platforms perform a strategic function by transforming large data sets into managerial insights, whereas omnichannel solutions ensure synchronized communication across all customer touchpoints. Such an integrated configuration helps overcome the limitations of classical CRM systems, including data fragmentation, insufficient analytical depth, and constraints in forecasting customer behavior.

Accordingly, CRM becomes only one of the key components of the modern data infrastructure, and its effectiveness directly depends on the company's ability to integrate it with CDP, AI, and BI solutions. This synergy forms a new logic of customer-data management-continuous, precise, and fully personalized.

Thus, CRM today is not a standalone product but a central part of the corporate architectural model that ensures data consistency, enhanced sales performance, business adaptability, reduced marketing costs, and stable customer retention.

An analysis of current trends in the digital economy confirms that customer data management is becoming a central element of business competitiveness. Strengthened privacy requirements, the global abandonment of third-party cookies, and shifts in data-collection models are driving companies to rely on first-party data and more advanced analytical tools. Under these conditions, CRM systems reinforce their role as a foundational technology that ensures structured customer profiling, personalized interactions, and automation of operational activities.

In recent years, CRM platforms have evolved rapidly: they are increasingly integrated with CDP solutions, enhanced with AI-driven functionality, support omnichannel communications, and adapt to new regulatory requirements. Their impact on marketing and sales efficiency continues to grow, as companies use CRM as a basis for demand forecasting, channel optimization, and customer retention.

A comparison of global trends with the situation on the Ukrainian market shows that demand for CRM solutions in Ukraine has increased significantly, driven by economic risks, changes in consumer behavior, and the need to maintain stable business operations under wartime conditions. CRM has become a tool of operational continuity, a source of up-to-date data, and a mechanism for enhancing organizational flexibility.

In summary, CRM technologies are shaping a new model of digital customer interaction by integrating functions of analytics, security, personalization, and strategic management. Their expansion determines the trajectory of marketing practices in the coming years and provides the foundation for businesses to transition toward more data-centric approaches.

References

1. Rybachuk-Yarova, T. V., & Marchenko, M. I. (2018). Teoretyko-metodychni zasady vykorystannia CRM-systemy na pidpryiemstvakh [Theoretical and methodological principles of using CRM systems in enterprises]. In *Ahropromyslovyi kompleks Ukrainy* (pp. 172–177). Sochinsky. http://dspace.nuft.edu.ua/bitstream/123456789/31910/1/CRM%20system.pdf

2. Proshchenko, A. K. (2024). Kryterii vyboru CRM-systemy dlia pidpryiemstv [Criteria for selecting CRM systems for enterprises]. *Naukoryi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli: Ekonomichni nauky*, 2(112), 26–31. https://doi.org/10.37734/2409-6873-2024-2-4

3. Kahan, I. V., & Kostiuchko, S. M. (2023). CRM-systemy yak instrument pidvyshchennia efektyvnosti biznesu [CRM systems as a tool for improving business

efficiency]. *Kompiuterno-intehrovani tekhnolohii: osvita, nauka, vyrobnytstvo*, 5–10. https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-52-01

4. Bilotserkivskyi, O. B. (2020). Otsiniuvannia ekonomichnoi efektyvnosti vprovadzhennia CRM-system u diialnist torhovelnykh pidpryiemstv [Evaluation of economic efficiency of implementing CRM systems in trade enterprises]. *Visnyk Odeskoho natsionalnoho universytetu: Ekonomika*, *25*(2), 167–172.

5. Mieshkov, S. (2024). Vazhlyvist CRM system dlia pidvyshchennia efektyvnosti marketynhu pidpryiemstva [Importance of CRM systems for improving enterprise marketing efficiency]. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*, *3*(99), 45–50. https://doi.org/10.32782/bsnau.2024.3.8

6. Nikolaienko, I. V., & Navrotskyi, N. A. (2023). CRM-systemy yak skladova internet-marketynhu pidpryiemstva [CRM systems as a component of enterprise internet marketing]. *SWorldJournal*, *18*(02), 151–156. https://doi.org/10.30888/2663-5712.2023-18-02-026

7. Sharko, V., Ternova, A., & Kryveshchenko, V. (2024). Internet-marketynh pidpryiemstva: metody, instrumenty, zavdannia rozvytku [Enterprise internet marketing: methods, tools, development tasks]. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, *326*(1), 422–426. https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-326-66

8. Oksamytna, L., & Priakha, R. (2023). Pidkhody do otsinky efektyvnosti CRM-system [Approaches to evaluating CRM system effectiveness]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, *54*, 30–39. https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.54.30-39

9. Kobylyukh, O. Ya. (2024). CRM and CDP as tools for shaping effective customer interaction strategies. Ekonomichnyi Prostir, (196), 178–186. https://doi.org/10.30838/EP.196.178-186

10. Shen, N., Normann, B., & Alsalous, O. (2024). ADS-C Climb and Descend Procedure (CDP) – Collision Risk Model (CRM) review and comparison. In *2024 Integrated Communications, Navigation and Surveillance Conference (ICNS)* (pp. 1–7). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICNS60906.2024.10550792

11. Strauss, R. (2024). Data readiness and data strategies: Without data, you're just another person with an opinion. In *Data-Driven Customer Engagement*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-64295-1_5

12. Stape. (2024). Yak blokuvannia storonnikh files cookie v Chrome vplyvaie na maibutnie internet-marketynhu [How blocking third-party cookies in Chrome affects the future of digital marketing]. https://stape.io/ua/blog/yak-blokuvannya-3rd-party-cookies-v-chrome-vplivae-na-maibuntye-internet-marketingy

13. ITnet. (2024). Google mozhe vidmovytysia vid storonnikh cookie u 2025 rotsi [Google may abandon third-party cookies in 2025]. https://itnet.com.ua/uk/google-mozhet-otkazatsya-ot-storonnix-fajlov-cookie-v-2025-godu

14. Lytics. (2024). Life after the third-party cookie. https://www.lytics.com/resources/whitepapers/life-after-the-third-party-cookie/

15. Thrivemyway. (2024). 113 impressive CRM stats. https://thrivemyway.com/crm-stats/

16. eSputnik. (2024). CDP vs CRM: u chomu riznytsia ta shcho potribno vam [CDP vs CRM: What's the difference and what you need]. https://esputnik.com/uk/blog/cdp-vs-crm-u-chomu-riznicya-ta-sho-potribno-vam

17. CDP.com. (2024). Is 2024 the year of the CDP? https://cdp.com/articles/is-2024-the-year-of-the-cdp/

18. Gudhub. (2024). Shcho take CDP platforma? [What is a CDP platform?]. https://gudhub.com.ua/blog/marketing/shcho-take-cdp-platforma/

19. Moldstud. (2024). Salesforce CDP case studies. https://moldstud.com/articles/p-are-there-any-case-studies-or-success-stories-of-businesses-using-salesforce-cdp-effectively

20. eSputnik. (2024). Maibutnie CDP: tendencies and forecasts [The future of CDP]. https://esputnik.com/uk/blog/majbutnye-cdp-tendenciyi-ta-prognozi-sho-zminyat-direct-marketing

21. Sitniks. (2024). CRM systema dlia marketpleisiv ta internet-mahazyniv [CRM system for marketplaces and online stores]. https://sitniks.ua/

1.5. Banking Institutions Competitiveness in the Context of Increasing Customer Demands and Services Digitalization

Introduction. The dynamism in the approaches and methods of managing the competitiveness of banking institutions in the economic space of Ukraine reflects the banking sector's response to economic challenges associated with various influencing factors (from financial instability and the pandemic to operating under conditions of full-scale war). In addition, today the banking business is significantly influenced by the digitalization of society, which necessitates adaptation to new business conditions in both operational and strategic aspects. All this requires a high level of adaptability to achieve an appropriate level of competitiveness in the banking services market. At the same time, the effectiveness of a bank's competitiveness mechanism must have theoretical justification. Therefore, one of the key unresolved issues is the development of theoretical foundations for the competitiveness of banking institutions and the sector as a whole in the context of modern changes and challenges.

Under wartime conditions, Ukraine's financial system is undergoing serious tests. Financial risks are increasing, currency volatility is growing, and available resources are shrinking. Competition for clients and stability among existing banks has intensified. In such a crisis situation, the competitiveness of a banking institution becomes critical for its survival and development, as it enables adaptation to new economic realities, customer retention, and the maintenance of financial stability. Therefore, studying the system of managing a bank's competitiveness during wartime is extremely relevant for preserving the health of the banking system and supporting the country's economy.

For example, L.A. Kliusko [4] examines the role of banking innovations in shaping competitiveness. The author emphasizes that innovations modernize bank operations and contribute to enhancing competitive advantages. The study analyzes the impact of implementing new technologies (such as digital monitoring tools and National Bank requirements regarding business models) on the financial stability and competitiveness of banks. O.L. Ruda [11] analyzes bank competitiveness in the credit services market. She defines the competitiveness of banks as their ability to satisfy the economic interests of the bank's owner through credit services that meet customer requirements.

Y.V. Buhel [1] studies the problems of the development of the Ukrainian banking system and ways to strengthen bank competitiveness. The author notes that the financial crisis and geopolitical challenges (including wartime conditions) have weakened the banking sector and created a number of threats (low capital, inflation instability, declining customer trust). O.H. Yesina [3] highlights the importance of developing internet banking systems and digital service channels to maintain bank competitiveness. The author emphasizes that innovative services (mobile and online platforms) are becoming a decisive factor in attracting and retaining customers. O.A. Urban, O.A. Nuzhna, and M.Z. Pushchak [14] analyze the theoretical aspects of forming a competitiveness strategy for the banking business at the international level. They focus on the need to unify approaches to competitive analysis and bank strategy development, taking global trends into account. The authors distinguish economic, legal, and cultural factors affecting competitiveness and propose an algorithm for building a bank's strategy based on comparing its strengths and weaknesses and assessing opportunities in international markets.

Researchers V.S. Koverza et al. [6] examine ways to improve bank competitiveness in the context of Ukraine's European integration. They note that integration into the EU requires banks to implement European standards of banking management, strengthen regulatory frameworks, and actively introduce innovative banking services. M.O. Lytovchenko and S.M. Tatianina [8] clarify the essence of the "bank competitiveness" concept. According to their definition, competitiveness is a bank's ability to produce services in greater quantity and higher quality than other banks by effectively utilizing its competitive potential and creating new competitive advantages with minimal cost per service unit.

O. Vovchak and N. Hongalo [2] study the impact of digital innovations on the Ukrainian banks competitiveness. They show that the use of modern electronic technologies directly strengthens banks' competitive advantages. In particular, the authors argue that such technologies increase customer trust and loyalty (due to reliability and speed of service) and improve institutional efficiency. Ye.I. Sharko [14] examines the mechanisms of implementing innovations in banking services. She analyzes practical barriers that arise during the integration of new technologies (such as customer dissatisfaction with changes, shortage of qualified staff, regulatory complexities), as well as the positive outcomes of innovations (improved service quality, automation of operations, cost reduction). Finally, V.V. Kovalenko [5] emphasizes the implementation of a strategic approach to managing a bank's competitiveness. She identifies key actions for banks to form competitive advantages: ensuring financial stability, developing crisis response plans, and advancing and promoting the bank's own "product" on the market.

Results. The literature review conducted above confirms that, today, the management of a bank's competitiveness is a system of strategic and operational planning, organization, control, and adjustment of the bank's activities aimed at forming and implementing competitive advantages through improving the quality, innovativeness, and market attractiveness of its products and services, ensuring the efficient use of internal resources, and adapting to external conditions (Fig. 1).

The organizational structure of the bank's competitiveness management system involves distinguishing between the strategic level of management (bank management) and the tactical level (marketing, analytics, and development departments).

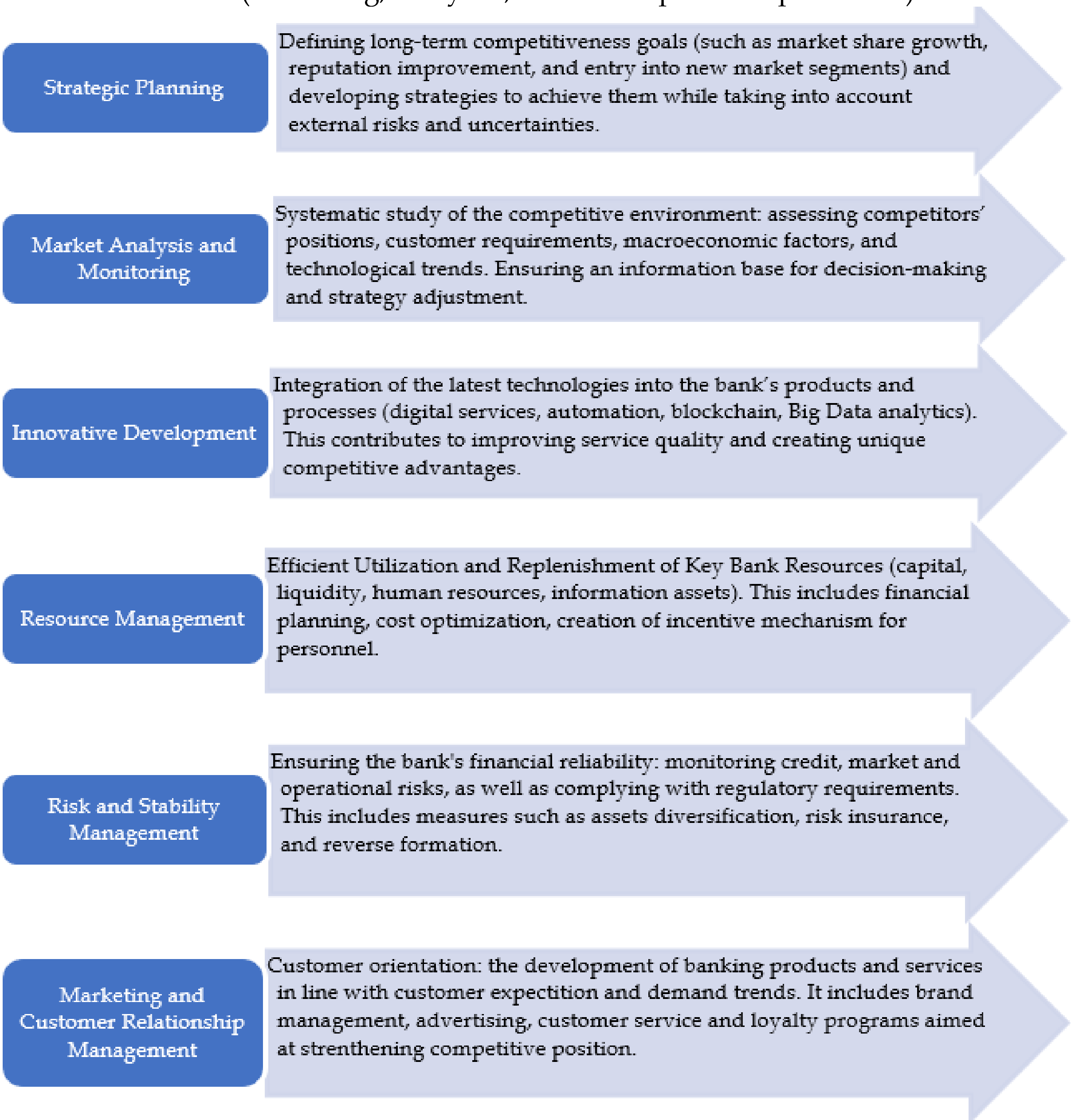

Fig. 1. Essential foundations of the competitiveness management system of banking institutions
Source: authors development

The strategic level formulates the long-term competitiveness goals, while the tactical level ensures their implementation through specific projects and measures. Thus, the effectiveness of the system depends on the interaction between these levels and on the presence of feedback. In this context, the results of monitoring competitive indicators should adjust both the strategies and the operational processes of the bank. Equally important within the system is the component of innovation and technological development.

Modern Ukrainian banks (in particular PrivatBank, Oschadbank, Ukrgasbank, etc.) are actively implementing mobile applications, electronic payment systems, and fintech solutions. Digital innovations (blockchain, Big Data, open banking) enable banks to expand their range of services, strengthen their customer base, and increase customer trust [13]. Therefore, the competitiveness management system also includes the management of innovation processes – planning and implementing technologies that create new competitive advantages (improving operational efficiency and service convenience).

Thus, managing the competitiveness of a banking institution is a complex set of interconnected strategic, analytical, and operational elements aimed at ensuring the bank's sustainable competitive advantages in the market.

Scientific research shows that in challenging conditions (such as wartime), banks must combine innovative development (digital services, new products) with security (capitalization, liquidity, risk control, and threat mitigation).

Important components of the system include systematic analysis of the market situation, strategic planning, resource and risk management, as well as customer-oriented marketing. Only under such conditions will a bank be able to effectively adapt to changes, retain its customer base, and strengthen its position in the competitive environment.

Effective management of a bank's competitiveness is a dynamic process that requires a balance between long-term strategic goals and short-term responses to market challenges.

In recent years, the banking market of Ukraine has undergone significant transformations driven by both external geopolitical challenges and internal economic and technological shifts. Banking services, which in the early 2010s relied mainly on an offline model, have now largely transitioned to a digital format. The modern banking system is adapting to contemporary demands while maintaining stability during periods of high turbulence [7].

According to the decision of the Committee on Banking Supervision and Regulation of February 5, 2021, No. 40, banks in Ukraine are classified into three main groups depending on their ownership structure (see Fig. 2) [18].

As of Q3 2024, state-owned banks in Ukraine hold a dominant position in the banking market, concentrating over 50% of the assets of the entire banking system. This underscores their significant role in maintaining the country's financial stability, especially amid economic challenges and instability. Among the leading state institutions are PrivatBank, Oschadbank, Ukreximbank, Ukrgasbank, and the

Settlement Center, which play a key role in ensuring access to banking services, financing the economy, and supporting government programs. It is important to note that such a concentration of state-owned banks is unusual for most European Union countries [10].

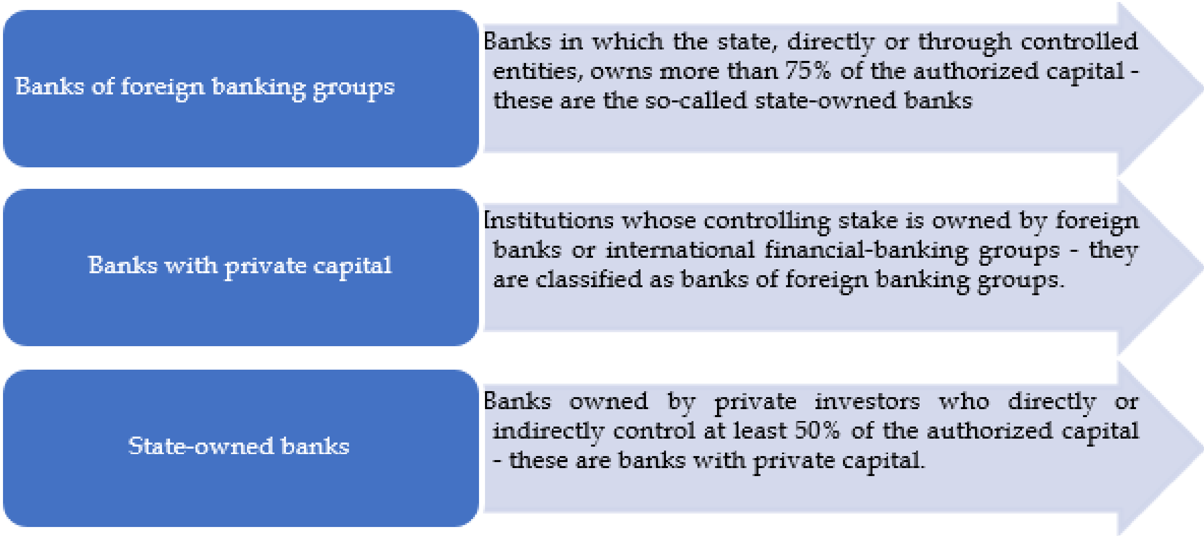

Fig. 2. Main groups of banks according to ownership structure
Source: developed by the authors based on [9]

At the beginning of 2024, 63 banks were operating in Ukraine, whereas at the beginning of 2010, their number reached 182, meaning the banking system was reduced nearly threefold. The most intensive decrease in the number of banking institutions occurred after 2014 due to geopolitical destabilization, the loss of territories where numerous bank branches were located, as well as strengthened regulatory control and the withdrawal of financially insolvent institutions from the market. One of the factors contributing to this "cleansing" was the implementation by the National Bank of Ukraine of a strategy to enhance the transparency of bank ownership structures and identify ultimate beneficial owners [10].

Figure 3 presents quantitative indicators of active banks in Ukraine by total number, banks with foreign capital, banks with 100% foreign capital, and institutions with 100% state ownership for the period 2021-2024.

The reduction in the number of foreign-owned banks deserves special attention. During the analyzed period, their number decreased from 33 to 26 (-21.2%). In particular, banks with 100% foreign capital fell from 23 to 19. This indicates a gradual withdrawal or restructuring of the presence of foreign banking groups in the Ukrainian market, which may be due both to the high risks of doing business under martial law conditions and to changes in the global strategies of financial holdings. State-owned banks, especially systemically important institutions, play a crucial role in implementing budgetary, social, and anti-crisis programs, as well as in maintaining public trust in the banking system.

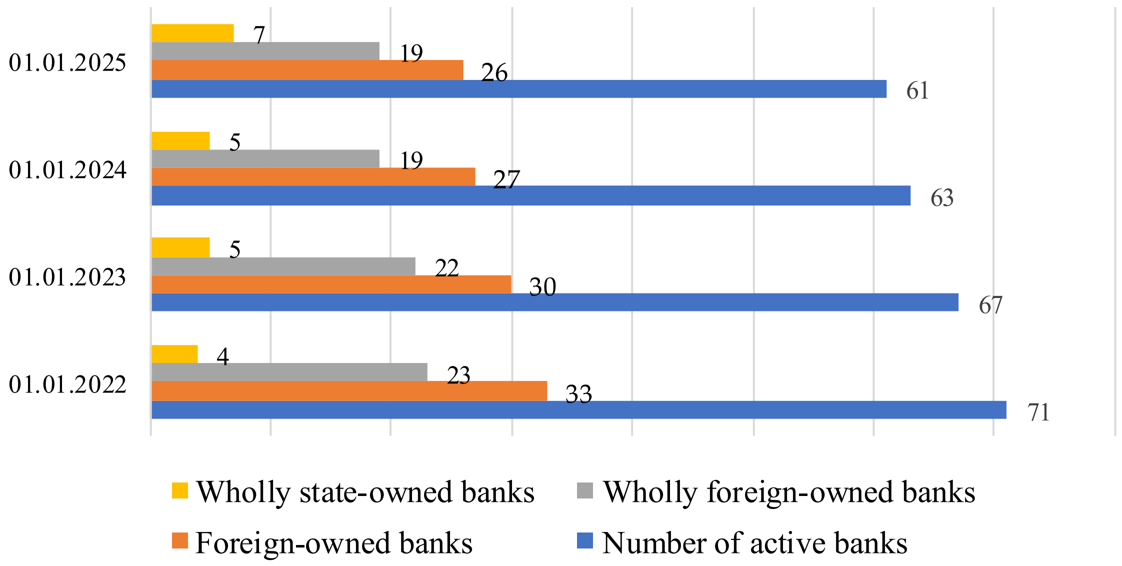

Fig. 3. Quantitative indicators of operating banks in Ukraine
Source: developed by the authors based on [12]

In summary, it should be noted that during 2022-2025, the Ukrainian banking sector has demonstrated adaptability to new conditions by reducing the number of market players, strengthening state presence, and partially scaling back foreign capital. These processes correspond to general trends of market consolidation and deregulation, which may, in the long run, contribute to greater stability and efficiency.

Amid the full-scale war ongoing since 2022, the banking system has demonstrated significant resilience. According to the International Monetary Fund, despite the extensive crisis, the liquidity level of Ukrainian banks remained sufficient, and capitalization indicators were acceptable to ensure stable operations. Banks promptly implemented measures aimed at remote customer service, maintaining operational processes, and supporting the population under emergency conditions. For example, in 2022-2023, the number of cashless transactions increased sharply, reaching 81.1% of the total volume of card transactions [10].

At the same time, digitalization has been an important catalyst for change. Since the early 2020s, banks have increasingly shifted to remote service channels. Widespread use of mobile banking, digital cards, biometric identification, and NFC-based payment solutions has driven the transition to a new model of banking services [13]. According to the bank's own estimates, over 13 million clients use the "Privat24" mobile application monthly. This reflects a significant change in consumer behavior and a shift in focus from traditional offline branches to digital services.

Alongside digital transformation, the range of services offered through remote channels is expanding. In addition to standard products – account opening, deposits, and money transfers – more and more institutions provide services such as fast online lending, investment portfolio management, and integration with government services. Equally important is the role of the National Bank of Ukraine (NBU) as a regulator. In

2023, the NBU accelerated the development of the legal framework for implementing open banking, which allows customer data to be shared between financial institutions with client consent. This fosters increased market competition and stimulates banks to innovate. It is also worth noting that since 2022, the NBU has piloted the implementation of a central bank digital currency – the e-hryvnia [15]. The e-hryvnia is expected to serve as a convenient tool for payments in the digital environment and to provide additional stability to the payment infrastructure.

In the context of banking market transformation, attention should also be given to the growth of financial inclusion. Within the framework of the state strategy "The State in a Smartphone" access to banking services in remote regions is expanding. The creation of simple mechanisms for opening accounts online, remote identification, and the use of electronic documents reduces barriers for less mobile population groups.

In the current context of financial technology development in Ukraine, financial companies operating under commercial bank licenses but without bank status are also actively functioning. Such entities include O.Bank, A-Bank, TodoBank, Izibank, sportbank, and Monobank. Among them, Monobank stands out for achieving significant success, effectively replicating the retail banking model of PrivatBank. Before the full-scale war, Monobank introduced an innovative acquiring method that operated without traditional POS terminals. As of September 2023, the bank's client base totaled 7,6 million, with one billion P2P transactions, of which 999 million were outgoing [10].

The generalized theoretical approaches to assessing the competitiveness of banking institutions, along with a review of recent financial market trends, provide a comprehensive understanding of the operational conditions of JSC "Oschadbank." Considering JSC "Oschadbank"'s status as a key state bank in Ukraine and its systemic role in ensuring financial stability and access to banking services for both the population and businesses, there is a need for an in-depth diagnosis of its market positions. On this basis, it is appropriate to proceed with a SWOT-analysis of the bank's activities and determine an integrated level of its competitiveness compared to main competitors, which will help outline the potential for further strengthening its competitive advantages.

In the a thorough assessment context of JSC "Oschadbank"'s market positions, applying a SWOT-analysis is advisable as a tool to identify factors shaping its competitiveness. This approach allows for a structured presentation of the bank's strengths and weaknesses, as well as the opportunities and threats of the external environment (Table 1). Summarizing the results of the SWOT-analysis provides the foundation for establishing a system of criteria for further evaluating the institution's competitiveness relative to other banking market participants.

The results of the SWOT-analysis allowed for the systematization of key internal and external factors determining JSC "Oschadbank"'s competitive positions as a leading state bank in Ukraine. Based on identified strengths and weaknesses, as well as opportunities and threats, an evaluation system was formed, including criteria such as state support, client trust, branch network coverage, digital infrastructure, attractiveness of foreign currency deposits, service quality, and others.

Table 1

SWOT-analysis of JSC “Oschadbank”

Strengths	Weaknesses
State support and guarantees	Limited decision-making flexibility due to state ownership
High level of public trust	Outdated internal processes in document management and CRM
Extensive branch network across Ukraine	Low attractiveness of foreign currency deposits (≤ 0,20 % USD, 0,01-0,15 % EUR)
Active participation in social, veterans’, and accessibility initiatives	Slow resolution of financial issues due to complex hierarchy
High trust among the older generation	Difficulty attracting younger audiences
Availability of a mobile application and online services	Limited operational flexibility
Largest branch network in Ukraine	Inconsistent service quality and accessibility across different branch types
Wide range of banking services	Vulnerable to new technologies
Opportunities	Threats
Development of digital service channels	Increasing costs of maintaining the physical branch network
Expansion of cooperation with international donors and government programs	Macroeconomic instability and currency risks
Engagement of younger audiences through innovative products	Decrease in public solvency due to inflation
Engagement of youth and IT-savvy audiences through innovative products	Reputational risks in case of systemic failures or cyber incidents
Service automation and cost optimization	Political decisions that may limit the bank’s autonomy

Source: developed by the authors

The next stage of the study involves their quantitative interpretation and the calculation of the bank’s integrated competitiveness index in comparison with the main market players: PrivatBank, JSC “Oschadbank” Raiffeisen Bank, Monobank, and PUMB (see Table 2). The integrated index was calculated as the sum of the products of each bank’s expert scores for a given criterion and the relative weight of that criterion.

PrivatBank demonstrates the highest integrated index, reaching 4,2396, which is a result of its strong positions across key criteria, particularly the high expert evaluation in “Participation in Government Programs” (weighted score 0,5715), the well-developed “Mobile Application/Online Services” (0,4704), significant “Customer Trust” (0,472), and an extensive “Branch Network” (0,4136). This reflects the successful implementation of strategies aimed at digitalizing services, ensuring broad client access through physical branches, and active engagement with the public sector, which strengthens its market position and consumer trust.

Table 2

Calculation of the Integrated Competitiveness Index of Banks

Indicators	Criterion weight, %	Evaluation of Bank Criteria									
		PrivatBank		JSC "Oschadbank"		Raiffeisen Bank		Monobank		PUMB	
		Expert	Weighted	Expert	Weighted	Expert	Weighted	Expert	Weighted	Expert	Weighted
State support	9,10	3,5	0,3185	5	0,455	0	0	0	0	0	0
Customer trust	11,80	4	0,472	4	0,472	3,5	0,413	3,8	0,4484	3,2	0,3776
Extensive branch network	9,40	4,4	0,4136	5	0,47	3	0,282	0	0	2,3	0,2162
Participation in government programs	12,70	4,5	0,5715	5	0,635	2	0,254	2	0,254	2,5	0,3175
Mobile application / online services	9,80	4,8	0,4704	3,2	0,3136	3,5	0,343	5	0,49	4	0,392
Decision-making flexibility	7,00	4,2	0,294	2,5	0,175	3,8	0,266	4	0,28	3	0,21
Digital infrastructure status	7,20	4,7	0,3384	3	0,216	4,1	0,2952	5	0,36	3,5	0,252
Attractiveness of foreign currency deposits	4,80	2,2	0,1056	2,4	0,1152	2,9	0,1392	3,7	0,1776	2,1	0,1008
Service quality in branches	7,50	4	0,3	3,8	0,285	4	0,3	0	0	4	0,3
Engagement with youth	5,60	4,5	0,252	2,5	0,14	3	0,168	5	0,28	3,2	0,1792
Operational flexibility	2,80	4,6	0,1288	2,8	0,0784	4	0,112	4	0,112	2,6	0,0728
Product innovativeness	2,70	5	0,135	3,5	0,0945	3,2	0,0864	5	0,135	3,4	0,0918
Wide range of services	5,80	4,7	0,2726	5	0,29	4	0,232	3,4	0,1972	3,5	0,203
Vulnerability to new technologies	3,80	4,4	0,1672	4	0,152	3,8	0,1444	4,2	0,1596	3,3	0,1254
Σ	100,00	-	4,2396	-	3,8917	-	3,0352	-	2,8938	-	2,8383

Source: developed by the authors

JSC “Oschadbank” ranks second with an integrated index of 3,8917, highlighting its significant role in the financial market. The relatively high position of JSC “Oschadbank” is largely associated with its leading role in the criteria “State Support” (weighted score 0,455), active “Participation in Government Programs” (0,635), and the presence of a “Wide Branch Network” (0,47). This indicates its stability as a state institution with nationwide coverage and its key role in implementing national initiatives, which is fundamental to its stability and client base development.

Raiffeisen Bank holds an intermediate position with an integrated index of 3,0352, indicating a balanced, yet not dominant, position across the evaluated criteria. Its integrated score is formed by relatively stable, although not always the highest, ratings across most criteria. In particular, the bank demonstrates moderate but significant scores in “Customer Trust” (0,413), “Mobile Application/Online Services” quality (0,343), and “Service Quality in Branches” (0,3). This reflects a focus on service quality in physical branches and gradual development of digital channels, albeit with some inertia in branch network expansion or participation in government programs.

Monobank, with an integrated index of 2,8938, has one of the lowest scores among the analyzed institutions, reflecting its specificity as an exclusively online bank and its focus on certain market segments. This relatively low integrated score is a direct consequence of Monobank’s absence in important traditional criteria such as “State Support,” “Extensive Branch Network” and “Service Quality in Branches,” where its scores are zero. At the same time, Monobank is an undisputed leader in “Mobile Application/Online Services” (0,49), “Digital Infrastructure Status” (0,36), active “Engagement with Youth” (0,28), and high “Product Innovativeness” (0,135). This highlights its niche specialization in digital services and focus on the younger audience, which, while ensuring high efficiency in these areas, limits its overall integrated score due to the irrelevance of traditional banking criteria.

PUMB, with an integrated index of 2,8383, demonstrates the lowest result among all analyzed banks. This may indicate certain challenges in competing across all criteria or a strategic focus on a different client segment. Although the bank shows some strength in “Customer Trust” (0,3776), “Mobile Application/Online Services” (0,392), and “Service Quality in Branches” (0,3), it does not achieve high scores in significant areas such as state support or participation in government programs. This suggests a need to strengthen strategies aimed at enhancing overall competitiveness and expanding the range of services to meet a broader set of client needs, thereby improving its market position.

Conclusions. The summary of the integrated competitiveness assessment results indicates that high market positions in today’s banking sector are primarily determined by a combination of three key groups of factors: trust and reputational reliability, a well-developed digital infrastructure (user-friendly mobile application, stable online services, innovative products), and accessibility of services through either an extensive branch network or effective remote channels.

A bank that simultaneously ensures participation in government programs, maintains high service quality in its branches, and offers modern digital solutions gains a significant competitive advantage in the integrated competitiveness index. For JSC "Oschadbank" this implies the need not only to preserve but also to strengthen its traditional strengths – state support, active participation in government programs, a wide branch network, and high public trust – while accelerating its digital transformation.

The bank should further develop its mobile application and online services, enhance operational flexibility, actively engage younger audiences through innovative products, and equalize service quality across different regions. The combination of the status of a reliable state institution with competitive digital service capabilities and strong customer orientation will enable JSC "Oschadbank" to maintain and strengthen its position in the banking market, ensuring both resilience and long-term growth.

References:

1. Buhel Yu.V. (2016). Problemy rozvytku bankivs'koyi systemy v Ukrayini [Problems of development of the banking system in Ukraine]. *Hlobal'ni ta natsional'ni problemy ekonomiky* [*Global and national problems of economy]*, Vyp. 9, pp. 623-626. (in Ukrainian).

2. Vovchak O., Honhalo N. (2020). Tsifrovi innovatsiyi ta yikhniy vplyv na konkurentospromozhnist' bankiv [Digital innovations and their impact on banks' competitiveness]. Socio-Economic *Relations in the Digital Society*, No. 3 (39), pp. 46-51. https://doi.org/10.18371/2221-755X3(39)2020225116. (in Ukrainian).

3. Yesina O.H. (2022). Rozvytok innovatsiynykh tekhnolohiy u bankivnytstvi [Development of innovative technologies in banking]. *Nauk. visnyk ONEU [Scientific Bulletin of ONEU]*, No. 1-2 (290–291), pp. 10-17. (in Ukrainian).

4. Klyusko L.A. (2019). Innovatsiyi u sferi bankivs'koho biznesu [Innovations in the banking business]. *Zbirnyk naukovykh prats' Universytetu derzhavnoi fiskal'noi sluzhby Ukrayiny [Collection of Scientific Works of the University of the State Fiscal Service of Ukraine]*, No. 2, pp. 109-128. http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpnudps_2019_2_10 (accessed: 27.11.2025). (in Ukrainian).

5. Kovalenko V.V. (2021). Tsyfrova transformatsiya bankivs'koho sektoru ekonomiky Ukrayiny [Digital transformation of the banking sector of Ukraine]. *Finansy Ukrayiny [Finance of Ukraine]*, No. 3, pp. 84-98. https://doi.org/10.33763/finukr2021.03.084. (in Ukrainian).

6. Koverza V.S., Niezvistna O.V., Shendryhorenko M.T., Ivanova N.S. (2020). Shlyakhy pidvyshchennya konkurentospromozhnosti bankiv v konteksti intehratsiyi v YES [Ways to enhance bank competitiveness in the context of EU integration]. *Efektyvna ekonomika [Effective Economy]*, No. 11, pp. –, http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8351 (accessed: 24.05.2025). https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.11.75. (in Ukrainian).

7. Kosar N.S., Kuz'o N.Ye., Karpii O.P. (2021). Tsinova stratehiya ta taktika vitchyznyanykh komertsiyinykh bankiv [Pricing strategy and tactics of domestic commercial banks]. *Prychornomors'ki ekonomichni studiyi [Black Sea Economic Studies]*, Issue 61, pp. 44-49. (in Ukrainian).

8. Lytovchenko M.O., Tatyanina S.M. (2019). Sutnist′ ta znachennya konkurentospromozhnosti banku [Essence and significance of bank competitiveness]. *Hroshi, finansy i kredyt [Money, Finance and Credit],* No. 35, pp. 427-432. http://www.market-infr.od.ua/journals/2019/35_2019_ukr/69.pdf (accessed: 25.11.2025). (in Ukrainian).

9. Natsional′nyy bank zalyshyv bez zmin kryteriyi rozpodilu bankiv na hrupy na 2021 rik [The National Bank left the criteria for bank group classification unchanged for 2021]. Available at: https://bank.gov.ua/ua/news/all/natsionalniy-bank-zalishiv-bez-zmin-kriteriyi-rozpodilu-bankiv-na-grupi-na-2021-rik (accessed: 30.11.2025).

10. Ohljad bankivs′koho sektoru. Lystopad 2024 roku [Banking Sector Review. November 2024]. Available at: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/Banking_Sector_Review_2024-11.pdf?v=9 (accessed: 30.11.2025).

11. Ruda O.L. (2018). Konkurentospromozhnist′ bankiv na rynku nadannya bankivs′kykh poslug [Bank competitiveness in the market of banking services]. *Ekonomika ta derzhava [Economy and State],* No. 4, pp. 58-61. Available at: http://www.economy.in.ua/?op=1&z=4031&i=11 (accessed: 28.11.2025). (in Ukrainian).

12. Storinka statystyky kil′kosti bankiv v Ukrayini na sayti "Minfin" [Statistics page on the number of banks in Ukraine on the "Minfin" website]. Available at: https://index.minfin.com.ua/ua/banks/stat/count/2025/ (accessed: 03.11.2025).

13. Stratehiya rozvytku fintechu v Ukrayini do 2025 roku [Fintech development strategy in Ukraine until 2025]. Available at: https://bank.gov.ua/ua/files/DDWIAwXTdqjdClp (accessed: 05.11.2025).

14. Urban O.A., Nuzhna O.A., Pushchak M.Z. (2018). Teoretychni aspekty formuvannya stratehiyi konkurentospromozhnosti mizhnarodnoho bankivs′koho biznesu [Theoretical aspects of forming the strategy of international banking business competitiveness]. *Ekonomichni nauky. Seriya: Ekonomichna teoriya ta ekonomichna istoriya [Economic Sciences. Series: Economic Theory and Economic History]*, Issue 15, pp. 195-203. (in Ukrainian).

15. Sharko Ye.I. (2020). Vprovadzhennya innovatsiy bankivs′koho obsluhovuvannya v Ukrayini [Implementation of banking service innovations in Ukraine]. *Sotsial'no-humanitarnyy visnyk [Socio-Humanitarian Bulletin],* Issues 32-33, pp. 204-206. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sochumj_2020_32-33_104 (accessed: 25.11.2025). (in Ukrainian).

16. National Bank of Ukraine. *Banking Sector Review, November 2023*. Available at: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/Banking_Sector_Review_2023-11.pdf?v=7 (дата звернення: 30.11.2025).

1.6. Modern Factors of Investment Attractiveness of the Tourism Industry of Ukraine

Even in pre-war times in Ukraine, most issues of managing investment activity in the service sector were not resolved, and a certain part of the implemented solutions require adjustment taking into account the tasks of the country's exit from the economic crisis, including through the activation and efficiency of the tourism sector of the economy. The study of the theory and practice of the formation and development of the investment system, the organization and management of its activities showed that the mechanisms for interaction between the system of tourism investors and state authorities have not been developed. The issue of creating conditions that stimulate participation in investment projects in the service sector and their legislative protection remains unresolved. The formation of a high-quality and affordable offer in the tourism services market directly depends on the volume of investments attracted to the industry. Based on this, understanding the interests and strategies of foreign investors financing the Ukrainian hotel real estate market, as well as other factors that directly affect the flow of investments in the domestic tourism industry, is essential for the development of adequate tools for regulating their activities and using them in the interests of the national economy.

Effective development of the tourism industry is an integral part of the formation of competitiveness, socio-economic and cultural development of the country, its international image. In addition, the tourism business is a leading sector of the economy, which is developing quite rapidly, ensuring GDP growth, job creation, improving the balance of payments, guaranteeing capital profitability and a high level of liquidity of invested funds, contributing to a positive perception of the country on the world stage. The contribution of the tourism industry to the world gross domestic product, taking into account the indirect effect, is more than 10%. The development of the country's tourism industry contributes to the growth of the employment rate of the population, diversification of the national economy, preservation and development of cultural potential, preservation of the environment, and also increases the level of innovation of the national economy, contributes to the harmonization of relations between different countries and peoples. However, national tourism enterprises are characterized by problems of quality and diversity of tourist services, low level of development of tourist infrastructure. The global pandemic and military operations in the country have almost completely stopped the activities of tourism enterprises, reducing the possibility of tourists' access to leading recreation centers.

The tourism business is one of the promising areas of socio-economic development, which is a source of foreign exchange earnings, determines the development of other industries, contributes to increasing the level of employment of the population, acts as a factor in the sustainable development of rural areas, creates a positive image of individual regions and the country as a whole. Ukraine has all the conditions for the development of tourism: picturesque nature, landscape diversity, rich historical and cultural heritage, favorable recreational conditions and resources, but at the same time there is an inefficient use of the potential of the tourism sector, which can lead to the destruction of economic development. Our country significantly differs from the leading tourist countries of the world in the quality and diversity of tourist services, the level of development of tourist infrastructure

The hotel business is one of the most profitable vectors of economic development of each country. This topic is noticeably relevant and promising for Ukraine both during the full-scale invasion and in the post-war period. Currently, this sector of the economy plays a significant role even during martial law in our country - hotel business establishments are used to accommodate internally displaced persons. The state of the hotel and restaurant business affects the development of the tourism industry in general, the creation of tourist services, other key segments of the economy - transport, construction, communications, trade, etc. At present, it is already known that a certain part of the hotel business establishments as a result of hostilities, the actions of the occupiers was completely destroyed, and a significant part was damaged. To a greater extent, this applies to the hotel sector of the occupied territories of Ukraine - Donetsk, Luhansk, Zaporizhia, Kherson, Mykolaiv, Odesa regions and the Republic of Crimea.

It is worth noting that the tourism sector was significantly affected by quarantine restrictions. 2020 radically changed the current trends in tourism development and tourists' approach to choosing countries for vacation. Despite global trends, domestic tourism became a springboard for the recovery of this sector in 2020-2021. Despite closed borders and the absence of foreign tourists, domestic tourism in Ukraine grew in 2020. The tourist flow continued to grow due to the size of the tourist tax. In 2021, it increased by 24% compared to 2019. Russia's full-scale invasion of Ukraine on February 24, 2022, threatened not only tourism in Ukraine, but also the international travel sector, which had just begun to recover from the losses caused by the Covid-19 pandemic. The tourism sector, which began to recover confidently in January 2022, significantly narrowed the opportunities for full-scale growth already in March 2022. Both inbound and outbound tourism in Ukraine were threatened. Thus, the Russian-Ukrainian war caused a noticeable decrease in international tourist flows, which was caused by a number of war-related factors, the first of which is the safety of tourists, which Ukraine cannot guarantee today [2].

In addition, instead of developing domestic tourism and national tourism enterprises, a multi-million population migration within the state was observed on the territory of Ukraine, and the mass departure of Ukrainian citizens abroad was not related to tourism purposes (7.7 million people became internally displaced persons) [3].

At the same time, in 2023, the tourism business paid 32% more taxes. In 2023, representatives of the tourism industry paid about UAH 2.05 billion in taxes to the budget. The indicated amount is 32% more than in 2022, but 8% less than in 2021. For comparison: in 2022, the volume of tax revenues from the tourism business amounted to over UAH 1.55 billion, and in 2021 - over UAH 2.23 billion. In 2023, the largest volume of tax revenues from the tourism industry was provided by hotels - 64% or over UAH 1.3 billion. This is almost 2 times more than in 2022 and almost the same as in 2021. For comparison: in 2022, hotels paid over UAH 898.38 million in taxes, and in 2021 - about UAH 1.29 billion. Tax revenues from tour operators in 2023 amounted to about UAH 205.83 million or 10.1% of the total tax revenues from the tourism industry. This is approximately 22.6% more than in 2022. For comparison: in 2022, tour operators paid about UAH 167.86 million in taxes.

The experience of many countries with developed market economies (Great Britain, France, Germany, Spain, Italy and Greece) convincingly demonstrates that the tourism and recreation sector is one of the most innovative, most efficient, most promising and most investment-attractive sectors of economic activity. For Ukraine, which is in the process of developing an effective socio-economic system, the tourism and recreation sector is an important factor in both foreign economic activity and domestic socio-economic policy. However, our state, possessing a significant tourism and recreation potential, cannot yet fully utilize it.

Today's realities convincingly prove that the lack of due attention to the functioning of the country's tourism industry leads to a reduction in the number of investments attracted and a decrease in the level of investment attractiveness of the state in particular.

At the present stage, investing in the tourism sector is an important condition for the development of the tourism market both at the national and regional levels. In particular, for most countries, the tourism sector is one of the priority sectors of the economy, since its income can be up to 50%. For example, in countries such as France, Spain, Italy, Thailand, the USA, Cyprus and Egypt, tourism is among the top three leading industries of the state, since the rapid pace of its development not only popularizes the country on the international stage, but also contributes to increasing employment, increasing the standard of living, developing market relations, international cooperation, increasing foreign exchange earnings in the event of foreign investments, attracting citizens to explore the natural and historical and cultural heritage of the territory, preserving ecological balance, etc. Ukraine is one of the European countries that has potential opportunities for the development of the tourism sector. Favorable geographical location, unique historical and cultural and natural and climatic resources are of great importance for the formation of the country's tourist attractiveness. A state with existing tourist potential is attractive to tourists, but this is not a condition for the growth of the country's overall tourist attractiveness.

For the effective functioning of the industry, it is necessary to update and form a new material and technical base, build new hotel complexes and health resort zones that will meet world quality standards, reconstruct and modernize historical cultural monuments, which is possible by creating favorable conditions for encouraging foreign investors and through powerful investment proposals.

At the present stage, one of the most important places in terms of shaping the global economic development of the tourism sector is the investment attractiveness of a particular country, including our state. For Ukraine, in which a full-scale war is ongoing, the issue of attracting foreign investment is particularly important and relevant, since they have a significant impact on the country's economic development. The formation of a favorable investment climate depends on a number of determining factors. Considering each individual factor, it is possible to propose strengthening the factors stimulating investment in the tourism industry and eliminating factors that hinder and inhibit investment in tourism in Ukraine.

The mechanism of investment in the tourism sector is an important condition for the development of tourism markets, expanding their capabilities and scope, and improving the quality of services provided. Since tourism has become one of the leading sectors of the world economy in recent years, there is a need to study the factors of its development that affect its investment attractiveness [1].

Investment attractiveness is a relative concept that reflects the opinion of a certain group of investors regarding the ratio of the level of risk, the level of profitability and the cost of financial resources in a particular country, region or industry. On the other hand, it is a set of some objective features, properties, means, and capabilities of the economic system that determine the potential payment demand for investments. Investment attractiveness of tourism is a set of factors that form a general idea of a potential investor about the state and level of development of the tourism industry in a particular country and allow him to determine how attractive and profitable the country under study can be for investing in this area.

Investment attractiveness is formed under the influence of factors of the national and regional levels. National level factors characterize the investment environment of the country as a whole, and regional factors are inherent in a particular city or region. In turn, among these factors, positive and negative are distinguished. Geographical location, labor resources, natural resources are positive regional factors that have a significant impact on the investment attractiveness of the region.

Unfavorable climate and corruption are negative regional factors that harm the investment environment of the country.

Two positive nationwide factors that contribute to increasing the investment attractiveness of regions are special measures to attract investors at the state level and European integration. The deterioration of the investment attractiveness of cities and regions of Ukraine is carried out under the influence of state level factors: lack of legislative acts; instability of the legislative framework; actions of officials; corruption.

According to the current realities in Ukraine, there are a number of problems that prevent the improvement of the investment attractiveness of the regions, namely: a full-scale war on the territory of the country, inflation; limited interest of potential investors; significant tax burden.

The acceleration of tourism development in Ukraine is influenced by a large number of negative reasons. First of all, these include the lack of methodological and organizational support for entrepreneurship in the tourism sector from state regulators, the inconsistency of the level of comfort of most hotels, boarding houses and rest homes with world quality standards, and small amounts of investment in the development of the material base of the tourist complex.

At present, the country lacks effective programs for the development of small businesses in the hotel and restaurant sector. The declarative nature of many program documents at the local level leads to the fact that funds for the development of these sectors of the tourism complex are allocated on a last-minute basis, and their number remains insignificant. The service and information infrastructure of the industry is in an unsatisfactory state. The development of tourism is greatly hampered by the low quality of roads, especially in places with promising development of rural and green tourism.

World tourism has a stable development dynamic, with more and more travelers every year. The factors that have caused the dynamic development of world tourism and contributed to the formation of a positive investment climate include: growth in incomes; development of information technologies and modern means of communication; reduction in average working hours and increase in free time; development of transport, transport networks and infrastructure; significant changes in the structure of material and spiritual values [4, p.36].

The factors that inhibit the development of the tourism industry in Ukraine and reduce the level of investment attractiveness include the following: the full-scale war in Ukraine has become a determining factor in the destabilization of the entire economic system of Ukraine, the transformation of its foreign economic activity; the lack of a coordinated, highly qualified and effective system of actions to bring the national tourism product of Ukraine to the world market; the lack of a developed policy for the sustainable development of tourism in Ukraine; the insufficient level of development of tourism infrastructure facilities, their non-compliance with world standards; a rather low level of customer service quality, which is due to the general qualification of service personnel and the low level of management culture in the tourism industry.

It is worth noting that the volume of investment in strengthening the material and technical base of tourism is not growing enough and, of course, does not meet the needs of the industry. In addition, investment activity is hampered by the technical and technological backwardness of most hotel enterprises in the regions of the country that provide uncompetitive services, as well as an ineffective depreciation policy that limits the rights of enterprises to form and use their own depreciation funds. The following main problems of investment activity in the hotel industry can also be identified: insufficient equity; opaque and lengthy procedures for land acquisition and approval of a large amount of documentation; lack of trust of foreign investors and lack of experience of domestic managers in tourism projects; the negative role of the global crisis and the war in the country in reducing the pace of presence of global hotel operators in Ukraine.

However, despite the negative factors, Ukraine is implementing a policy to create new tourist clusters, and work continues on the development of extreme, cultural and educational, hunting, fishing, underwater, religious and sports and health tourism.

In general, Ukraine has good prospects for the development of the tourism market. According to experts, in the near future the volume of tourist flows will increase by 10-15%, with 45% of them being tourists from Western Europe.

Having learned about the unique nature of Ukraine, its rich history and distinctive culture, foreigners will perceive our country in a completely different way. This, in turn, will stimulate foreign investment activity and create a positive image of our state in the world community.

The distinctive features of the functioning of the tourism sector of countries around the world and Ukraine confirm the backwardness of the tourism system, the imperfection of state regulation of this sphere, the lack of attention paid to it, and the stereotype of Ukraine as an agrarian country hinders all attempts and methods of promoting the national tourism product on the world market.

It is also worth comparing the share of tourism in the GDP of countries, including Ukraine, because this is precisely what shows how much the tourism sector of countries is more developed in other countries compared to Ukraine.

Having conducted such a study, we can conclude that Ukraine ranks last among the compared countries of the Black Sea region, although it occupies a larger area than other countries, and also has significant tourist and recreational resources. This indicates that in Ukraine the government, state, regions pay little attention to the development of tourism, the service sector, do not use and monetize existing natural resources, do not update the tourist infrastructure and are not engaged in the development of a national tourist product capable of competing with the leading resorts of the world.

World experience convinces that the interaction between the state and private business has the greatest effect primarily in infrastructure sectors, where historically the prerequisites, need and opportunities for such cooperation in the implementation of large-scale socio-economic tasks have been created.

The results of the analysis of the experience of implementing socially important projects involving the public-private partnership mechanism in the countries of the European Union (EU) and in Ukraine, carried out on the basis of data from the World Bank, the European Investment Bank and the European Expert Center for Public-Private Partnership, show that from 1992 to the first half of 2021, 2,241 agreements were concluded by EU countries for a total amount of 1,147.9 billion euros, according to which 1,839 projects were implemented during the period under study with a total investment of 381.6 billion euros.

A vivid example of the effective application of public-private partnership mechanisms in the tourism sector is Turkey. Currently, the country is one of the world leaders in the tourism market in the resort and beach tourism segment.

An active state tourism policy has allowed the creation of a competitive national tourism product in a fairly short period of time. The result of effective state intervention in the tourism sector in Turkey is the removal of legislative obstacles to the active participation of the business sector.

During the implementation of state tourism development programs, the Turkish government adopted bills that clearly defined the legislative framework for various forms of concessions in the construction of expressways, bridges, tunnels, airports, power facilities, etc. As economic instruments to stimulate the active participation of business structures in the development of tourism, the Turkish government developed tax and other benefits for the implementation of large-scale projects.

The main types of economic preferences include:

- preferential land lease conditions for fifty years;
- preferential tariffs for gas, water, electricity;
- preferential rates on loans;

- abolition of VAT for five years;
- abolition of customs duties.

To implement the state tourism policy, the Turkish government has created local tourism management bodies - regional tourism administrations, which constantly interact with legislative and executive authorities, scientific and research institutions, tourism associations, unions and other public associations. Regional tourism administrations cooperate not only with local authorities, but also with private business, as a result of which mixed public-private institutions arise in the field of tourism regulation, the main purpose of which is to attract funds from the private sector to carry out state tasks, to find mutually beneficial forms of cooperation between government bodies at different levels. It is thanks to a comprehensive state tourism policy, as well as the effective use of public-private partnership instruments, that Turkey has managed to become the absolute leader in the Mediterranean tourism market in recent years.

A feature of the national policy of developed countries regarding attracting investments in tourism and recreation is the granting of broad powers to the relevant government bodies from higher to lower levels.

In Ukraine, tourism is defined as one of the six priority areas of state investment. At the same time, there are certain problems with the implementation of state investment policy. The low level of investment attractiveness, imperfect legislative framework and lack of funds in the tourism sector hinder the development of tourism and recreation.

To attract investment in the tourism sector, it is first necessary to develop an appropriate legislative framework to protect investors, change the tax policy of the tourism business, strengthen cooperation between central and local authorities, and take measures to position the tourism potential of our country in the world. In Ukraine, the central state authority for resorts and the distribution of functions and powers to regulate the tourism sector at the state level still remain undefined, there are no mechanisms for state management in the regions. Local governments have only begun to create the appropriate independent units for tourism and resorts for the development of domestic tourism. The lack of a system for monitoring the activities of resort sector entities, the slow growth rate of investments in the development of the material base of tourism, and the non-compliance with international standards of service quality indicate a lack of state support and the absence of mechanisms for an integrated approach to managing the national tourism product on the domestic and international tourism services market.

The investment attractiveness of a particular country is formed under the influence of factors at the national and regional levels. National-level factors characterize the investment environment of the country as a whole, and regional factors are inherent in a particular city or region. In 2024, the investment attractiveness index increased to 2.49 points (out of 5 possible), compared to 2.44 points in 2023. At the same time, the number of business leaders who consider the investment climate unfavorable decreased from 84% to 79%. There is an increase in the number of companies (from 57% to 70%), which have plans to continue investments.

Negative factors of investment attractiveness include: Russian military aggression, corruption. Weak judicial system and shadow economy. Positive factors are: business leaders note the positive impact of candidate status on EU accession. Abolition of duties and quotas on exports, "visa-free transport" with the EU, digitalization and joining the EU's unified energy system [5]. In order for the tourism industry of Ukraine, both in the country as a whole and in individual regions, to take a leading place in economic growth, it is necessary to solve a number of the following priority tasks at the state level, which in turn will contribute to improving the investment climate [6, p.45]: create a service for accounting and protection of tourist resources (compiling maps of tourist resources of each region, assessing them in points); create a service for determining demand and advertising of tourist services; develop programs for the development of the tourism industry of each region and plans for capital construction and investment; to resolve the issue of training tourism personnel and managing hotel, catering, and production enterprises; to coordinate the work of tourism organizations with transport agencies and cultural institutions; to justify the procedure by which tourism industry enterprises should transfer part of their profits to local budgets for the formation of infrastructure and community improvement; to assess the economic efficiency of tourism and recreational assessment of territories; to develop a classification of recreation areas by degree of significance, natural conditions, and functional features, as well as methods for justifying the norms of simultaneous load on various natural complexes [6, p.45].

A number of measures have been proposed to eliminate problems that hinder the formation of a positive investment climate in the tourism sector in Ukraine, namely: create a service for accounting and protecting tourism resources; create a service for determining demand and advertising tourism services; develop programs for the development of the tourism industry in each region and capital construction and investment plans; resolve the issue of training tourism personnel and managing hotel, catering, and production enterprises; coordinate the work of tourism organizations with transport agencies and cultural institutions; conduct an assessment of the economic efficiency of tourism and a recreational assessment of territories; identify territories favorable for tourism and treatment; develop a classification of recreation areas by degree of significance, natural conditions, functional characteristics, as well as methods for substantiating the norms of simultaneous load on various natural complexes.

In this regard, it is necessary to pay special attention to the development of infrastructure, transport links, hotel and restaurant services. As a result of overcoming the problems and weaknesses of the industry through active state support, the tourism business will become a source of significant revenues to the country's budget.

References:

1. Офіційний сайт Всесвітньої туристичної організації. URL : https://www.unwto.org/.

2. Бордун О., Шевчук В., Монастирський В., Лучка О. Втрати та напрями порятунку туристичного бізнесу України в умовах війни. *Вісник Львівського університету. Серія економічна.* 2022. Випуск 62. С. 178–196 URL : https://geography.lnu.edu.ua/wpcontent/uploads/2023/02/BordunVisnuk_Univer_Economics-stattya-22.pdf.

3. Мельниченко О.А., Шведун В.О. Особливості розвитку індустрії туризму в Україні URL : https://tourlib.net/books_ukr/melnychenko4.htm.

4. Миронов Ю.Б. Проблеми та перспективи розвитку світового туризму за умов глобальної нестабільності // Матеріали IX Міжнар. наук.-практ. конф. "Сучасні тенденції розвитку світової економіки" (м. Харків, 26 травня 2017 р.). Харків: ХНАДУ, 2017. Т.1. 190 с. С.35-36.

3. Індекс інвестиційної привабливості України зріс. URL : https://nachasi.com/2025/07/05/indeks-investytsijnoyi-pryvablyvosti/.

4. Мацука В.М. Сучасні тенденції та перспективи розвитку туризму в Україні // Вісник Маріупольського державного університету. Серія: Економіка. 2016. Вип.1. С.43-49.

5. Подаков Є.С., Подакова В.Є. Напрями покращення інвестиційної привабливості аграрних підприємств України// Таврійський науковий вісник. - 2014.- № 89.- С.279-284.

6. Подаков Є.С. Інноваційно-інвестиційна привабливість та перспективи подальшого розвитку готельного бізнесу в Україні. *Матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф. «Розвиток обліку, аудиту та оподаткування в умовах інноваційної трансформації соціально-економічних систем».* Кропивницький : ЦНТУ, 2023. С. 370-373.

1.7. Typology of E-Commerce Business Models and Adapted Parameters for their Comprehensive Assessment

The systematization of e-commerce business models is a necessary prerequisite for developing assessment methodologies, which necessitates the analysis of existing scientific approaches to their classification. The classification of e-commerce business models has been the subject of extensive research, with various approaches to their systematization proposed based on different criteria, including types of interactions between actors, revenue sources, and functional characteristics [3, 4, 5, 6, 7, 8].

One of the earliest business model classifications was proposed in [5], identifying nine key categories: brokerage, advertising, infomediary, merchant, manufacturer, affiliate, subscription, customer retention, and community retention models. This classification is grounded in monetization mechanisms and reflects the diversity of approaches to generating profit in electronic commerce.

Meanwhile, author [3] emphasizes a value-oriented approach to business modeling, distinguishing two conceptual frameworks: the E-Business Model Ontology (EBMO) developed by Osterwalder A. and Pigneur Y. [4], and the e^3-value model. The former structures business models through four building blocks: product innovation, customer relationships, infrastructure management, and financial logic. The latter focuses on interactions among business ecosystem participants and mechanisms of value creation and exchange, which is particularly important for platform business models and marketplaces, where the efficiency of communications between sellers, buyers, and intermediaries plays a critical role.

Contemporary research also highlights the role of platform business models in industry transformation. As noted by Gawer and Cusumano [2], industry platforms become the foundation for innovation ecosystems where multiple firms develop complementary products and services. Researchers pay particular attention to the mechanism of capturing value from innovation through business models [1]. According to EVO Company data [9], the Ukrainian e-commerce market grew from UAH 65 billion in 2020 to UAH 185 billion in 2024, confirming the relevance of studying monetization mechanisms in the digital economy.

Based on the synthesis of the reviewed approaches and the conducted analysis of constructed semantic networks for various business models in the e-commerce sphere, which enabled identification of relationships between core components of enterprise activities, their characteristics, and influencing factors, a typology of business models has been developed that are characterized by common financial, operational, marketing, and innovation features (Table 1).

Table 1

Classification of E-Commerce Business Models by Revenue Sources and Operating Principles

Group	Business Model	Revenue Sources	Enterprise Examples
1. Transactional Models	Direct sales	Sales revenue, margin	Rozetka, Amazon, ASOS, Citrus
	Electronic marketplace	Sales commissions, product listing fees	Prom.ua, OLX, Alibaba, eBay
	Auction	Sales commissions, lot listing fees	eBay, Catawiki, Prozorro.Sale
2. Recurring Models	Subscription	Monthly/annual subscription fees	Netflix, Spotify, Apple Music, Deezer, Megogo
3. Intermediary Models	Dropshipping	Product markup, logistics service fees	AliExpress, Oberlo, Spocket
	Affiliate marketing	Sales percentage, fixed commissions	Amazon Associates, Admitad, CJ Affiliate
	Electronic service	Service fees, subscription, commissions	Booking.com, Airbnb, Bolt, Uber
	Advertising	Advertising fees (PPC, CPM, CPA)	Google Ads, Meta Ads, Yandex.Direct
4. Crowdfunding Models	Crowdfunding	Transaction commissions	Kickstarter, Patreon, Spilnokosht, Na-Starte
5. Hybrid Models	Hybrid models	Combined revenue sources	Amazon Prime (subscription + sales), Alibaba (B2B + B2C), Prom.ua Premium

Source: Developed by the author

The proposed grouping clearly delineates e-commerce business models by monetization mechanisms:

Transactional models → profit is generated through direct sales or commission payments.

Recurring models → profit is generated through regular subscription payments.

Intermediary models → primary revenue is derived from commissions or service fees.

Crowdfunding models → revenue is based on commissions from user financing.

Hybrid models → combination of multiple monetization mechanisms.

This structuring not only facilitates comparative analysis of business models but also creates a foundation for developing a unified set of key performance indicators for their assessment, which constitutes an important prerequisite for analyzing the efficiency and competitiveness of e-commerce enterprises. For an in-depth understanding of the specifics of each business model group, it is advisable to conduct their comparative analysis using a set of criteria that encompass financial, operational, market, and technological aspects of their functioning. Based on the results of semantic network analysis and synthesis of scientific approaches, seven key criteria have been identified:

1. Revenue sources – primary profit generation mechanisms.
2. Main market participants – actors interacting within the business model (B2B, B2C, C2C).
3. Financial efficiency – level of profitability and investment attractiveness.
4. Operational efficiency – logistics costs, order processing speed, managerial flexibility.
5. Customer engagement level – loyalty, repeat purchase frequency, customer retention rate.
6. Innovativeness – utilization of digital technologies, process automation, integration with financial platforms.
7. Main advantages and disadvantages – key factors affecting the effectiveness of each business model.

To synthesize the results of the comparative criteria-based analysis, it is advisable to structure the key characteristics of the identified business model groups in table format, which enables visual comparison of their revenue sources, operational and financial parameters, level of innovation, and other defining attributes (Table 2).

Table 2

Comparative Analysis of E-Commerce Business Models

Criterion	Transactional Models	Recurring Models	Intermediary Models	Crowdfunding Models	Hybrid Models
Revenue sources	Direct sales, transaction commissions	Recurring payments (monthly/annual subscriptions)	Percentage of sales, advertising revenue, commissions	Voluntary contributions, investor financing	Combination of different revenue models
Main	B2B, B2C,	B2C, B2B	B2B, B2C,	B2C, B2B	Depends on

participants	C2C		C2C		market specifics
Financial efficiency	High profitability, demand-dependent	Stable predictable revenue	High margins, low initial costs	High profit uncertainty	Financial structure flexibility
Operational efficiency	High logistics costs, supply chain management complexity	High automation, reduced logistics costs	Flexibility, rapid scalability, partner dependency	High marketing costs	Process optimization through diverse models
Customer engagement	High, but depends on competitive environment	Very high due to subscription lock-in	Moderate, depends on partner network quality	High social interaction, low repeat purchases	Depends on model structure
Innovativeness	Big Data and AI utilization in logistics and marketing	High level of automation and personalization	High innovation in advertising and marketing algorithms	High level of digital integration	Combination of technologies from various models
Advantages	Sales control, rapid growth potential	Revenue stability, long-term customer relationships	Low startup costs, global scalability potential	Access to financing without credit	Monetization flexibility
Disadvantages	High competition, need for effective inventory management	High competition in subscription market	Vulnerability to platform rule changes, fraud risks	High dependence on sponsor activity	Complexity in optimizing revenue balance

Source: Developed by the author

The comparative analysis demonstrates that each group of e-commerce business models possesses distinct structural and functional characteristics that necessitate different approaches to their assessment. Transactional models are the most prevalent; however, their efficiency largely depends on logistics optimization, inventory management, and order fulfillment speed. Recurring models ensure stable predictable revenue but require continuous maintenance of service quality and high customer retention rates. Intermediary models are characterized by low startup costs and scalability potential, while being significantly dependent on partner networks and external relationship stability. Crowdfunding models offer opportunities for investment attraction but are accompanied by high campaign outcome uncertainty and sensitivity to donor behavior. Hybrid models are distinguished by their flexibility and ability to adapt to various market conditions through the combination of multiple monetization mechanisms.

The identified differences between business model groups confirm the appropriateness of developing a differentiated approach to their assessment. Since the specifics of revenue sources, operational processes, customer interaction levels, and innovation provision significantly affect the performance of e-commerce enterprises, the assessment methodology must account for these differences and reflect the interrelationships between key parameters of each model's functioning.

The revealed distinctions between business model groups (Table 2) confirm the hypothesis regarding the necessity of a differentiated assessment approach. Specifically, transactional models require emphasis on conversion metrics and logistics efficiency, whereas recurring models demand focus on customer retention indicators, which necessitates adaptation of the basic assessment system (4 criteria) to the specifics of each group through detailed elaboration of indicator groups and metrics (Table 3).

Table 3

Adapted Assessment Parameters for E-Commerce Enterprises:
Transactional Model

Criterion	Indicator Groups	Metrics
Financial efficiency	Revenue and profitability	Total revenue, average revenue per customer (ARPU), return on investment (ROI), profit margin
	Monetization and competitiveness	Return on advertising spend (ROAS), paid services share, market share, customer base growth rate
	Costs and resource efficiency	Operating costs, marketing expenses, customer acquisition cost (CAC)
Operational efficiency	Order fulfillment speed and quality	Average order processing time, inventory turnover, delivery speed
	Service availability and cost of service	Uptime percentage, average service response time, cost per delivery, average cost per order
Customer satisfaction	Loyalty and conversion	Repeat purchase rate, average repeat customer order value, conversion rate, bounce rate
	Reputation and service quality	Average review rating, number of positive/negative reviews, support response time, first contact resolution rate
Innovativeness	Automation and technology implementation	Order processing automation level, chatbot utilization, technology update frequency, number of new features implemented
	Integration and adaptability	Alternative payment system adoption, change implementation time, R&D expenditure

Source: Developed by the author

Financial efficiency in transactional business models is supplemented by a group of monetization and competitiveness indicators, which enables assessment of not only overall financial results but also the effectiveness of advertising resource utilization, market share dynamics, and customer base growth rates. Within the cost structure, the customer acquisition cost metric is particularly important, as this component determines the economic viability of business scaling under conditions of low customer loyalty and high competition.

Operational efficiency is characterized by a detailed system of indicators reflecting order fulfillment quality and speed. Priority metrics include inventory turnover, order processing time, and delivery speed, which directly impact customer satisfaction levels. The cost of order servicing is also significant, encompassing system uptime duration, response time to user requests, delivery costs, and average processing costs per order.

Customer satisfaction is evaluated through two main indicator groups: loyalty and conversion levels, as well as reputation and service characteristics. Particular attention is paid to repeat purchase rates, bounce rates, and conversion rates, which determine demand stability and depth of customer engagement with the brand. Reputation indicators, including review ratings, their structure, and support service response effectiveness, shape the enterprise's long-term image and influence competitiveness in the digital environment.

Innovativeness in transactional models reflects the enterprise's ability to implement and effectively utilize modern digital technologies (process automation levels, use of artificial intelligence (particularly chatbots) for processing customer inquiries, platform functionality update frequency, and integration of alternative payment systems). An important indicator is also the volume of investments in research and development (R&D), which determines the business model's adaptation potential to market and technological environment changes.

Thus, the adapted assessment system for transactional business models enables comprehensive consideration of their specifics, detailing parameters of financial and operational efficiency, consumer behavior, and technological development, which provides the possibility for in-depth analysis of e-commerce enterprise sustainability and competitiveness, as well as creates a foundation for business process optimization and performance enhancement.

Unlike transactional models, recurring business models require a different approach to evaluating key performance indicators, as their effectiveness is determined not by the volume of one-time sales but by the enterprise's ability to retain customers in the long term. The focus here is on parameters such as churn rate, customer lifetime value (CLV), repeat transaction frequency, and stability of regular payments. Recurring models in e-commerce are based on the mechanism of repeated transactions with permanent users, which ensures predictable revenue and forms long-term relationships with consumers. The main profit sources are subscriptions, periodic payments for access to services or content, as well as membership programs that involve regular contributions. This operational logic determines that the enterprise's financial results largely depend on service quality, interaction personalization, and customer base management efficiency.

Meanwhile, the effectiveness of the recurring model is determined not only by financial indicators but also by the level of customer engagement, stability of user activity, and technological innovativeness of the business. The ability to ensure high service quality, respond quickly to customer requests, and develop platform functionality are critical factors in maintaining customer loyalty and minimizing churn.

In light of this, the assessment methodology for e-commerce enterprises operating under the recurring business model must be adapted according to its specific characteristics. It is necessary to detail indicators that reflect customer base stability, retention system effectiveness, and service interaction quality, as well as to refine metrics characterizing the stability of regular revenues and long-term customer economic value (Table 4).

Table 4

Adapted Assessment Parameters for E-Commerce Enterprises: Recurring Model

Criterion	Indicator Groups	Metrics
Financial efficiency	Revenue and profitability	Monthly recurring revenue (MRR), annual recurring revenue (ARR), customer lifetime value (CLV), subscription profitability
	Monetization and competitiveness	Premium subscription share, average revenue per subscriber (ARPS), customer base growth rate
	Costs and resource efficiency	Subscriber acquisition cost, operational costs per subscription
Operational efficiency	Subscription fulfillment speed and quality	Subscription activation time, subscription fulfillment accuracy, payment stability
	Service availability and cost of service	Uptime percentage, cost of supporting one subscriber, average support response time
Customer satisfaction	Loyalty and retention	Subscription renewal rate, customer retention rate, early cancellation rate
	Reputation and service quality	Average review rating, number of positive reviews, first contact resolution rate for support requests
Innovativeness	Automation and technology implementation	AI utilization for content personalization, subscription management automation level, service update frequency
	Integration and adaptability	Alternative payment method integration, update deployment speed, R&D expenditure

Source: Developed by the author

Unlike transactional and recurring models, intermediary business models require a separate assessment approach, as their effectiveness is determined not only by financial indicators but also by the efficiency of partner interactions, user satisfaction levels, and platform competitiveness as a digital intermediary. Intermediary models in e-commerce operate based on facilitating transactions between suppliers of goods or services and end consumers, without directly participating in production or logistics processes. The main revenue sources are commission fees, platform access charges, advertising services, and premium features, which form the core of such enterprises' monetization logic.

A distinctive feature of intermediary models is that their financial efficiency depends not on the volume of sold goods or the number of subscribers, but on the success of platform service monetization, the dynamics of partner network expansion, and the effectiveness of transaction process management. Meanwhile, the operational stability of such platforms is determined by the ability to ensure high service levels, minimize fraud risks, promptly process requests, and maintain technological reliability and scalability.

In light of these characteristics, the assessment methodology for e-commerce enterprises operating under the intermediary business model requires appropriate adaptation. It is necessary to detail indicator groups and refine metrics that characterize financial stability, operational efficiency, user interaction quality, and technological innovativeness (Table 5).

Table 5

Adapted Assessment Parameters for E-Commerce Enterprises: Intermediary Model

Criterion	Indicator Groups	Metrics
Financial efficiency	Revenue and profitability	Total intermediation revenue, average revenue per customer, return on investment (ROI), net profit
	Monetization and competitiveness	Commission revenue share, average revenue per transaction, partner growth rate
	Costs and resource efficiency	Partner acquisition cost, operational expenses, platform maintenance costs
Operational efficiency	Transaction processing speed and quality	Transaction completion time, successful transaction rate, average order processing time
	Service availability and cost of service	Uptime percentage, average support response time, cost per transaction
Customer satisfaction	Loyalty and conversion	Repeat transaction rate, customer retention rate, intermediary service rejection rate
	Reputation and service quality	Average partner rating, customer satisfaction level, complaint and dispute rate
Innovativeness	Automation and technology implementation	Process automation rate, AI utilization for operations optimization, chatbot integration for support
	Integration and adaptability	FinTech solution adoption, update deployment speed, R&D expenditure

Source: Developed by the author

Financial efficiency in intermediary models is assessed taking into account the specifics of revenue sources, particularly commission fees, platform access charges, and additional services. Key metrics include total intermediation revenue, which reflects the scale of platform operations, average revenue per customer, which demonstrates the effectiveness of user base monetization, as well as profitability indicators and net profit, which characterize the model's financial stability.

Unlike recurring and intermediary e-commerce models, crowdfunding models are based on the mechanism of collective financing, where the main revenue source is contributions from numerous donors or investors. A distinctive feature of such models is the absence of guaranteed repeat payments and high dependence on the success of fundraising campaigns. The success of a crowdfunding model is determined primarily by the dynamics of investment accumulation and the ability to convert one-time donors into supporters ready for continued support, which distinguishes it from subscription-based and transactional monetization mechanisms.

Moreover, a critical factor is the level of trust in the project and its initiators, as potential donors evaluate the prospects and feasibility of stated ideas, as well as the risks associated with funding. The effectiveness of crowdfunding activities largely depends on the quality of marketing communications, reporting transparency, community activity, and the ability to maintain audience interest throughout the campaign period.

In light of these characteristics, the assessment methodology for e-commerce enterprises using the crowdfunding model must account for financial flow instability, the need for constant donor base expansion, the effectiveness of marketing tools for audience attraction and retention, as well as community engagement results (Table 6).

Table 6

Adapted Assessment Parameters for E-Commerce Enterprises: Crowdfunding Model

Criterion	Indicator Groups	Metrics
Financial efficiency	Revenue and profitability	Total funds raised, average fundraising per project, successful project funding rate, platform profitability
	Monetization and competitiveness	Commission revenue, percentage of funds from repeat campaigns, investor attraction rate
	Costs and resource efficiency	Marketing and project acquisition costs, average operational expenses, platform maintenance cost
Operational efficiency	Fundraising speed and quality	Average time to reach funding goal, percentage of campaigns reaching 100% funding, average fundraising velocity
	Service availability and cost of service	Platform uptime percentage, average support response time, average transaction processing cost

Customer satisfaction	Loyalty and conversion	Repeat investor contribution rate, platform trust coefficient, user retention rate
	Reputation and service quality	Average campaign rating, negative review rate, operational transparency level
Innovativeness	Automation and technology implementation	Financial transaction automation rate, AI utilization for risk analysis, blockchain technology integration
	Integration and adaptability	FinTech solution adoption for transactions, campaign personalization level, new technology development expenditure

Source: Developed by the author

Hybrid models in e-commerce are the most comprehensive and multi-layered, as they combine various monetization mechanisms and adapt them to business specifics, market conditions, and target segment needs. Unlike monofunctional models based on a single revenue source, hybrid platforms synthesize multiple revenue streams – transactional income, subscriptions, commission payments, advertising revenue, crowdfunding, as well as income from premium services or technological solutions. Such diversification allows for risk reduction, enhanced business resilience, and broader scaling opportunities.

A key challenge in operating hybrid models is the need for coordinated management of different financial flows and ensuring their complementarity. This requires an adapted assessment system that simultaneously accounts for the specifics of each monetization channel, operational efficiency levels, customer interaction quality, business process innovativeness, and platform flexibility. In light of this, for hybrid models it is advisable to apply an extended indicator structure that reflects not only individual parameters but also synergistic effects between them (Table 7).

Table 7

Adapted Assessment Parameters for E-Commerce Enterprises: Hybrid Model

Criterion	Indicator Groups	Metrics
Financial efficiency	Revenue and profitability	Total revenue from multiple sources, average revenue per customer, business profitability, revenue stability level
	Monetization and competitiveness	Share of revenue from primary and secondary sources, customer base growth rate, revenue diversification
	Costs and resource efficiency	Operating costs per channel, marketing expenses, average technology investments
Operational efficiency	Order/service fulfillment speed and quality	Average transaction completion time, inventory turnover, order processing speed
	Service availability and cost of service	Platform uptime percentage, average support response time, average cost of customer service

Customer satisfaction	Loyalty and conversion	Repeat purchase or subscription rate, user retention rate, conversion rate
	Reputation and service quality	Average customer review rating, number of positive/negative reviews, support response time, first contact resolution rate
Innovativeness	Automation and technology implementation	Business process automation rate, AI and Big Data integration level, new technology adoption speed
	Integration and adaptability	FinTech solution adoption for payments and security, omnichannel strategy effectiveness, R&D expenditure

Source: Developed by the author

Thus, the adaptation of the assessment system enables comprehensive analysis of the operational effectiveness of different e-commerce business models, taking into account the interaction of monetization channels, operational components, and innovation processes.

The developed assessment parameters reflect the multidimensional nature of e-commerce enterprise activities and encompass four key criteria: financial efficiency, operational efficiency, customer satisfaction, and innovativeness. This structure enables comprehensive analysis of both internal business processes and external market dynamics. Specifically, financial indicators allow for evaluation of monetization and profitability levels; operational metrics characterize order fulfillment quality and service stability; customer satisfaction indicators reflect loyalty levels and brand reputation; innovation parameters demonstrate technological flexibility and digital transformation capacity.

The synthesis of results confirms that the proposed approach provides the capability for comparative assessment of different business models, identification of their strengths and weaknesses, and evaluation of enterprise development prospects in the competitive digital environment. The use of adapted parameters facilitates the formation of informed managerial decisions, business process optimization, and enhancement of e-commerce enterprise resilience.

To summarize the developed approach, Figure 1 presents a generalized framework of the e-commerce business model assessment methodology, which demonstrates the sequence of stages from business model classification and criteria formation to indicator adaptation, metric selection, and integral assessment construction. Such structuring ensures logical completeness and the applicability of the methodology to different types of business models.

In summary, the developed classification of e-commerce business models and the adapted assessment system create a methodological foundation for comprehensive analysis of enterprise effectiveness in the digital environment. The proposed approach provides the capability for holistic understanding of the operational logic of different business model types, identification of their potential and limitations, as well as formation of informed managerial decisions regarding their development trajectories.

The use of a unified system of criteria and parameters enables comparison of enterprise effectiveness both within specific model groups and in the broader market context, which contributes to enhancing the competitiveness of e-commerce entities and strengthening their positions in dynamic digital markets. The presented methodology forms the basis for further analytical research and applied assessments oriented toward strategic improvement of business processes and ensuring sustainable enterprise development.

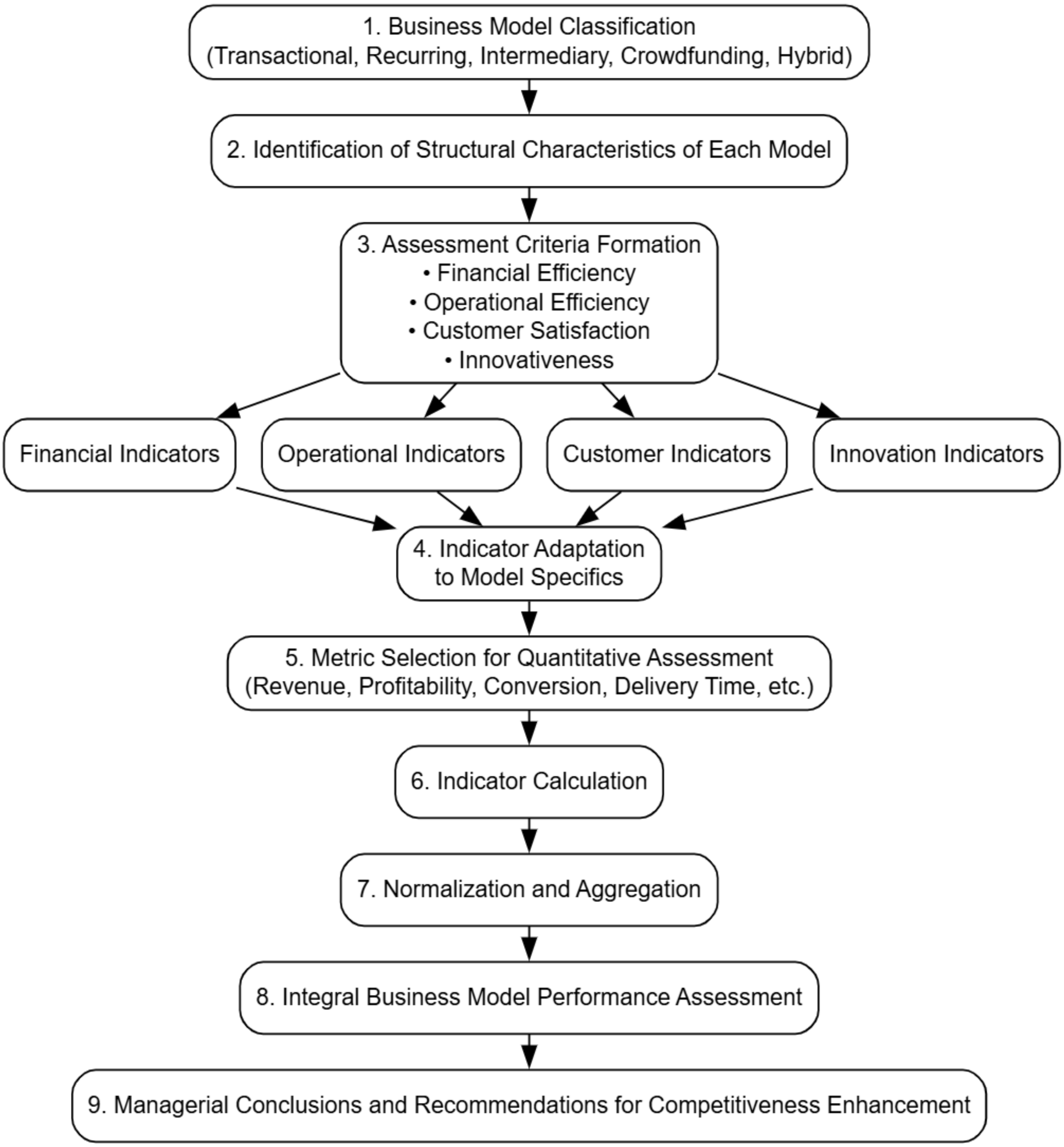

Figure 1. Comprehensive Framework of E-Commerce Business Model Assessment Methodology

Source: Developed by the author

References:

1. Chesbrough, H., & Rosenbloom, R. S. (2002). The role of the business model in capturing value from innovation: Evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies. *Industrial and Corporate Change*, 11(3), 529–555. https://doi.org/10.1093/icc/11.3.529

2. Gawer, A., & Cusumano, M. A. (2014). Industry platforms and ecosystem innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 31(3), 417–433. https://doi.org/10.1111/jpim.12105

3. Guo, Z. (2016). A Literature Review of Representation Models of E-Business Models from the Perspective of Value Creation. *American Journal of Industrial and Business Management*, 6(2), 129–135. https://doi.org/10.4236/ajibm.2016.62013

4. Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2005). Clarifying Business Model: Origins Present and Future of the Concept. *Business*, 15, 1–25.

5. Rappa, M. (2009). *Business Models on the Web: Managing the Digital Enterprise*. Retrieved from http://digitalenterprise.org/models/models.html

6. Mozghova, H., Lyashevska, V., & Bilokon, V. (2022). Sutnist i modeli elektronnoho biznesu ta elektronnoi komertsii [The essence and models of e-business and e-commerce]. *Business Inform*, 123–131.

7. Nienno, I. (2016). Systematyzatsiia naukovykh pidkhodiv do klasyfikatsii biznes-modelei [Systematization of scientific approaches to the classification of business models]. *Visnyk Sotsialno-Ekonomichnykh Doslidzhen*, 2(13).

8. Tkachuk, V., & Obikhod, S. (2022). Struktura ta klasyfikatsiia modelei elektronnoho biznesu [Structure and classification of e-business models]. *Economics, Management and Administration*, 1(99), 11–17. https://doi.org/10.26642/jen-2022-1(99)-11-17

9. EVO Company. (2024). *Ukrainskyi e-commerce 2024: Trendy ta prognozy* [Ukrainian e-commerce 2024: Trends and forecasts]. Retrieved from https://evo.company/uk/

1.8. Smart Solutions as a Tool for Optimizing Business Processes in the Supply Chain Management System

Introduction. The modern global economy and unpredictable events (such as the COVID-19 pandemic or military conflicts) have highlighted the weaknesses of traditional supply chains [1,2]. To remain competitive, companies are compelled to reassess their approaches to managing their supply chains, enhancing flexibility, transparency, and efficiency. Classic methods of supply chain management often do not meet the requirements of a rapidly changing market, characterized by sharp fluctuations in demand and the need for high efficiency. Therefore, businesses are looking for new ways to optimize processes and reduce costs. One of the most promising areas of optimization is the implementation of smart solutions – comprehensive digital technologies based on the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), Big Data, etc. These smart technologies allow you to automate and improve key business processes: from production planning and inventory management to logistics and distribution [2,3]. Research confirms that the digitalization of supply chains increases their efficiency, transparency and flexibility, helping business models adapt to rapid market changes. In other words, smart solutions in the Supply Chain Management (SCM) are becoming a tool that provides companies with a new level of competitive advantage by optimizing costs, improving service, and increasing the speed of response to demand.

Analysis of recent research and publications. Recent years have been characterized by increasing attention from scholars to the application of Industry 4.0 technologies in supply chains. Recent studies confirm that technologies such as artificial intelligence, IoT, blockchain, and Big data analytics Data, capable of significantly changing traditional approaches to logistics network management. In particular, the convergence of IoT and AI is seen as a factor with significant potential to fundamentally reform SCM practices, increasing productivity, transparency and sustainability of supplies. Scientific reviews note that the implementation of IoT solutions helps to address several common supply chain issues, including excess or insufficient inventory, delivery delays, and a lack of up-to-date data [4]. At the same time, the integration of IoT technologies with artificial intelligence methods is seen as a driver of radical efficiency gains: real-time analytics based on big data allow for better demand forecasting, optimization of inventories and routes, and increased flexibility in responding to changes. [4, 5]. Several studies separately highlight the positive impact of AI on various SCM functions, increasing operational efficiency, productivity, and environmental sustainability of supply chains through the implementation of machine learning algorithms. The literature review [4, 5] demonstrated that digital transformation of supply chains (using AI, Blockchain, IoT) significantly improves the accuracy of demand forecasting, optimization of inventory management and the ability to make decisions in real time, while increasing transparency and sustainability of supplies. It is also noted that the implementation of these technologies poses new challenges for businesses, in particular, requiring attention to cybersecurity issues, compatibility of new solutions with legacy systems and the development of digital skills of personnel to make the most effective use of smart tools. Generally, modern international scientific opinion agrees that smart technologies play a crucial role in enhancing the flexibility and efficiency of global supply chains.

Ukrainian scientific publications also show a growing interest in the topics of digitalization and smart logistics. Researchers analyze the manifestations of smart solutions in various areas: for example, Sapotnitska N. and Melnyk A. [6] characterized the directions of development of smart logistics in the activities of commercial enterprises. In a broader context, it is noted that in the conditions of the modern digital economy and high uncertainty, agile methodologies, electronic, and smart logistics are distinguished among the relevant approaches to management. Jenkov V. [7] in his study of the SCM solutions market revealed a direct relationship between the use of digital technologies (artificial intelligence, big data, IoT) and process optimization in supply chains. Additionally, domestic experts focus on the functional capabilities of various classes of SCM software (ERP, APS, TMS, WMS, etc.) and the issue of selecting optimal solutions for digital transformation of business processes. In recent years, reviews [8] emphasize the importance of full digital transparency of logistics operations and the introduction of innovative technologies to increase the competitiveness of Ukrainian supply chains in the global dimension. Thus, both foreign and Ukrainian studies confirm that smart solutions are becoming an integral part of modern SCM, and their analysis is extremely relevant for the scientific community and practitioners.

Presentation of the main material. Every enterprise is constantly faced with the problems of increasing efficiency and reducing costs and is looking for new methods of optimizing resources. In practice, companies often focus their efforts on developing the front office, namely, improving websites, marketing technologies, and customer services, among other areas. However, optimizing the supply chain can bring no less, and sometimes even greater benefits to the business. The supply chain encompasses the entire cycle of material and information movement, from suppliers of raw materials to the delivery of the finished product to the consumer. The timeliness of order fulfillment, inventory levels, operating costs and, ultimately, the profitability of the company depend on the coherence of this cycle [2, 3]. Therefore, attention to optimizing business processes in supply chains is strategically important.

Smart solutions in SCM utilise modern digital technologies and software products to transform traditional supply chain management processes, leveraging data and automation. Digital transformation enables companies to become more efficient and transparent, as it provides access to a significantly larger amount of information in real-time. The modern “digital” supply chain is based on the implementation of “smart” technologies, including IoT, AI, big data, and blockchain, which are fundamentally changing manufacturing and logistics processes, providing unprecedented visibility and new opportunities to improve productivity. Legacy supply chains often operate “blindly,” with decisions made late or based on incomplete information. Instead, smart technologies enable you to track the movement of goods, inventory levels, demand, and capacity in real-time and respond immediately to deviations or changes. For example, smart SCM software solutions can automatically control excess inventory, generate demand forecasts, and offer purchasing plans. When a company feels that its existing management capabilities are no longer enough, it is time to turn to such smart solutions. When choosing a software tool, it is important to consider the speed of its implementation, compatibility with the enterprise's ERP system, and the flexibility of customisation for specific business needs. An example of a smart solution is the GMDH Streamline inventory forecasting and planning system. This utility is specifically designed to support decision-making in supply chains: it estimates future demand, optimizes inventory, and unfreezes capital “frozen” in surplus goods. AI-based algorithms decompose time series and automatically select the optimal forecasting model for each product, considering seasonality, trends, and other demand patterns. This approach allows you to achieve maximum forecast accuracy, avoiding both overstocking and understocking. At the same time, the smart system provides unprecedented transparency of inventory at all stages of the supply chain – from raw materials to finished products – including the cost, documents, and status of each batch.

Managers receive detailed information and can manage exceptions (i.e., intervene only in the event of problematic deviations), since routine operations are automated [3]. This is just one example of the possibilities of the smart approach: in general, smart solutions in SCM aim to eliminate the “bottlenecks” and inefficiencies that inevitably arise in complex global supply chains.

Digitalization of supply chain management (Smart Supply Chain Management (SSCM) covers a wide range of technologies. Among them, the most important today are: Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), big data analytics (ig Data), blockchain, and related solutions such as robotics, cloud platforms, and digital twins. Let's consider how each of these technologies helps optimize key business processes – such as logistics, inventory management, production planning, and transportation.

The Internet of Things (IoT) is a network of physical objects equipped with sensors and connected to the Internet that collect and exchange data in real time. In logistics, IoT has brought about a real revolution, enabling the real-time monitoring of goods' location and condition, as well as storage and transportation parameters [1]. Various sensors (GPS trackers, RFID tags, temperature and humidity sensors, etc.) continuously track the movement of goods throughout the supply chain - from the supplier's warehouse to the store shelf. This has several important effects: first, the transparency and traceability of the chain increase, as you can obtain information about each stage of the goods' movement at any time. Second, it ensures a prompt response to events: if there is a delay in transport or a deviation in the temperature regime, the system immediately notifies the responsible persons, allowing them to take measures and prevent spoilage or losses. Third, IoT data contributes to inventory optimization - automated collection of information about the level of inventory allows you to accurately predict needs and reduce storage costs. IoT also automates processes in warehouses and production. For example, smart warehouse technology, which equips racks and pallets with sensors, allows for the automatic tracking of goods within the warehouse, thereby simplifying inventory management and replenishment. In transport logistics, IoT is most clearly manifested in fleet management: modern telematics systems allow not only to track truck routes, but also to control driving style, fuel consumption, prevent theft and unauthorized stops. According to the experience of implementing IoT in Seoul, a comprehensive public transport monitoring system (with data collection from buses, taxis, etc.) has reduced traffic jams, increased transportation efficiency and passenger satisfaction thanks to accurate forecasting and 24-hour tracking of the movement of each transport unit [9] . A more business-oriented example is cold chain monitoring for perishable goods. IoT sensors in containers and refrigerators enable continuous temperature and humidity measurements during storage and transportation of food or pharmaceuticals. Real-time quality monitoring helps reduce the share of losses due to spoiled goods and a drop in customer confidence, as problems (e.g. temperature deviations) are detected immediately and can be corrected before the goods become unusable. Thus, IoT increases supply chain transparency, reduces risks (spoilage, theft, delays) and optimizes processes by automating control.

Artificial intelligence (AI) and related machine learning technologies are the next cornerstone of smart SCM. AI empowers the supply chain to learn from historical data and continually improve solutions over time. One of the key areas of application of AI is demand forecasting and planning. Traditional forecasting methods often overlook key factors or fail to adapt to dynamic changes in demand. In contrast, AI algorithms are able to analyze large amounts of historical sales, take into account seasonality, trends, the impact of promotions or external events - and build much more accurate forecasts. This allows you to avoid both excess inventory and shortages of goods, and optimally plan purchases and production. For example, the implementation of AI analysis enables some retailers to reduce excess goods in warehouses by 20-30%, while simultaneously improving the level of customer service (resulting in fewer instances of unsold goods) [2,3]. AI is also effective in operational management and chain coordination. Smart algorithms can automatically make decisions about redistributing inventory between warehouses, choosing the optimal supplier or carrier depending on the real-time situation. It is important that AI systems are able to adapt: they constantly learn from new data and mistakes, so if a wrong decision was made, AI will analyze its consequences and take it into account in the future so as not to repeat the same mistake. A practical example is that an AI inventory management module can “learn” from sales during promotions and more accurately predict demand spikes next time, avoiding both selling out of all goods and overloading the warehouse with excess stock. It is worth noting the possibilities of AI in optimizing logistics and transport. Machine learning is used to determine the optimal delivery routes, considering factors such as traffic conditions, time of day, and fuel costs, among others [1]. AI-based route optimization allows logistics companies to reduce transportation costs by up to 10-15% and speed up delivery. Another direction is autonomous transportation. Smart AI-based solutions are used in driverless cars and drones that can perform transportation without human intervention. Such technologies are only just beginning to enter practice, but they have the potential to significantly reduce delivery times and driver labor costs. Leading companies (Tesla, Nissan, etc.) are already testing electric trucks with autopilot, which can revolutionize the transportation industry in the coming years [10, 11].

Big Data and analytics are another foundation of smart SCM, closely linked to IoT and AI. Supply chains generate enormous amounts of data – about transactions, goods movements, inventories, production operations, consumer behavior, etc. Using Big Data technologies data allows you to turn this disparate data into valuable information for decision-making. First, big data analytics allows you to conduct a comprehensive analysis of the efficiency of the supply chain: find “bottlenecks”, the causes of delays or deviations, and assess the performance of each link [1]. For example, in manufacturing, collecting data from equipment sensors helps to determine at what stage overtime or shortages occur and take measures to eliminate these shortcomings. Second, Big Data opens up opportunities for predictive analytics (predictive analytics). Modeling different scenarios (“what-if” analysis) based on large data sets makes it possible to predict the consequences of certain management decisions. For example, a manufacturing company can, using historical data and external factors (raw material prices, weather conditions, etc.), optimally arrange production schedules to minimize energy consumption and equipment downtime [3]. Or a distribution network can analyze sales data by region and reallocate product flows in real time to avoid shortages in some markets and oversaturation in others. In addition to optimizing internal processes, Big Data tools provide valuable customer analytics. Collecting and analyzing data on consumer behavior (through CRM systems, social networks, loyalty programs) allows companies in the supply chain to better understand the needs of end customers. This, in turn, helps adjust the assortment, delivery schedules and service levels in accordance with market expectations, which increases customer satisfaction and loyalty. For example, big data analytics in retail can detect that demand for a specific product has increased sharply in a certain region and the system automatically initiates urgent replenishment of this product to local warehouses, preventing its absence from the shelves [1].

Blockchain in supply chain management is a relatively new yet promising technology, particularly in terms of enhancing transparency and trust among participants. Blockchain is a distributed ledger of transactions that ensures the immutability and authenticity of data. In the context of SCM, its implementation means that all participants in the supply chain (manufacturers, suppliers, logistics providers, distributors, and retailers) can have a common, tamper-proof record of every event – from the production of a batch of goods to shipment, customs clearance, delivery, and so on [3]. The main advantage is traceability and data security: you can track the path of each product, knowing with confidence that the information has not been changed retrospectively. This is especially valuable for ensuring the quality and authenticity of products (for example, in the food or pharmaceutical industry, where confirmation of compliance with temperature conditions or quality certificates is required at each stage). Blockchain also eliminates the need for intermediaries to verify transactions: each transfer of goods or payment is automatically confirmed by all network nodes using cryptographic algorithms. This can significantly reduce the risk of fraud and errors in documentation, as cases of forged invoices or data inconsistencies are practically eliminated. In addition, thanks to smart contracts, payments and deliveries can be made automatically when certain conditions are met (for example, the goods have arrived at the warehouse - funds are automatically transferred to the supplier). All this speeds up settlements and increases trust between participants in the chain. Although blockchain technology is still at the stage of implementation in logistics, it is already clear that it is able to create a single reliable "source of truth" for all parties, eliminating the fragmentation and opacity of data. In the near future, blockchain will help solve the problem of information distribution across different departments and companies, ensuring consistency of processes and efficient interaction in the supply chain [12].

For clarity, below we present a summary of the main digital (smart) technologies in supply chain management and their areas of application. Table 1 demonstrates which business processes are optimized using specific technologies in smart-oriented SCM (logistics, inventory management, planning, etc.).

Table 1

Key digital technologies in SCM and their application for process optimization

Technology	Applications in supply chains
Internet of Things (IoT)	-real-time monitoring of the location and status of cargo
	-control of storage conditions (temperature, humidity, etc.) to ensure the quality of goods, especially perishable ones
	-inventory optimization through automatic collection of data on the level of product balances, which allows for accurate replenishment planning
Artificial Intelligence (AI)	-demand forecasting based on analysis of large volumes of sales data, which reduces excess inventory and product shortages
	-optimization of delivery routes: machine learning algorithms find the most efficient logistics routes, reducing transportation time and costs
	-planning automation: AI systems offer the optimal production plan or delivery schedule, taking into account constraints and forecasts
	-autonomous vehicles: the introduction of unmanned trucks and drones for delivery, potentially reducing the need for human labor and increasing the accuracy of transportation.
Big data Data	-process efficiency analysis: collection of data from production, warehouses, sales in order to identify “bottlenecks” and optimize operations
	-customer analytics: processing data on consumer behavior to personalize offers and improve service levels (understanding customer needs)
	-decision support: information from Big Data is used by managers to quickly compare alternatives (digital KPI dashboards across the supply chain)
Blockchain	- traceability and transparency: a secure and immutable record of all transactions (production, shipment, transfer of goods), allowing you to track each stage of the supply chain and confirm the authenticity of products
	-trust and verification: all participants have access to a single data resource; the need for third parties to confirm operations disappears, as transactions are automatically confirmed by the network
	-smart contracts: automation of the fulfillment of the terms of agreements (payments, deliveries) - the system itself performs the agreed actions when the appropriate conditions occur, which speeds up and simplifies settlements between counterparties

Source: own elaboration based on [1,2,3,12]

Smart SCM system includes other solutions. Robotics and automation are actively used in warehouses and production: autonomous sorting robots, automatic conveyors and packaging lines speed up routine operations, reduce the human factor and personnel costs [1]. For example, an Amazon warehouse can process orders in a matter of minutes thanks to Kiva robots that transport racks of goods to employees. Cloud technologies (Cloud) provide a single information platform for all participants in the chain: suppliers, manufacturers, carriers, and sellers can work within one cloud system, exchanging data on demand, inventory, and shipments in real-time. This eliminates information barriers and allows you to quickly scale operations or adapt to market changes (since cloud services are easily configured to the changed volume of data or users). The concept of digital twins (Digital Twins are gaining popularity in the context of SCM: they are about creating a virtual model of a supply chain or a single process that reflects the real state of the system and allows testing different scenarios without risk to the real business. A digital twin, for example, can simulate what will happen to a company's logistics network in the event of a closure of a specific transport node or a surge in demand, and thus help prepare action plans in case of such events. All this completes the picture of smart technologies that transform supply chains into digital, intelligently managed and interconnected systems [12].

The introduction of smart technologies into the supply chain management system opens up a significant range of advantages for businesses. First, as already mentioned, there is an increase in the efficiency and productivity of processes. Automation and AI algorithms allow operations to be performed faster and with less resource consumption, eliminating "bottlenecks" and downtime. For example, using AI for demand forecasting and production planning allows you to significantly reduce excess inventory and, at the same time. avoid shortages, which directly affect the turnover of capital and the company's profit. Second, digital solutions provide increased flexibility and adaptability of the supply chain. Thanks to IoT and real-time analytics, managers can quickly adjust plans to changing conditions, whether it's a delay in the supply of raw materials, a sudden surge in demand, or another failure. The digital supply chain provides a transparent view of all processes, allowing you to respond to problems before they impact the end consumer. As a result, the system's resilience increases, as digital tools contribute to rapid decision-making in response to risks and shocks, thereby enhancing the supply chain's ability to continue functioning under difficult conditions. Studies note that among the most important advantages of the digital chain are its flexibility and resilience to external changes. Thirdly, smart technologies lead to increased transparency and control at all stages. Information about the location of goods, inventory levels, and order fulfillment status is available in real time. This increases the responsibility of participants and fosters trust between them, as each party has access to up-to-date data and can work together to solve problems. Transparency is especially important for the end consumer: the ability to track the path of a product, combined with confidence in its quality and authenticity (through blockchain technology), increases customer satisfaction and loyalty [9]. A satisfied customer is the foundation of a company's long-term competitiveness. Fourth, the digitalization of supply chains allows for deeper personalization of service. Data collection on customer preferences and flexible digital platforms make it possible to segment customers and adapt the offer and logistics to them. [1,3]. For example, analytics allow for the development of customized delivery options (express delivery, pickup point, time slots) for different customer segments, optimizing their experience. Digital tools also facilitate two-way communication with customers, from tracking packages to collecting feedback, which improves the quality of service. In summary, implementing smart solutions in SCM leads to key benefits such as increased efficiency (through automation of operations), flexibility and speed of response (through real-time monitoring and analytics), transparency and traceability of processes (through full access to data for all participants), improved planning quality (thanks to AI forecasts), and increased customer satisfaction (through reliable deliveries and personalized service). Research confirms that a digital supply chain increases productivity and customer service levels, while making the company's business model more flexible and resilient to market fluctuations.

At the same time, along with the benefits, the implementation of smart technologies is accompanied by several risks and challenges. First, there is the issue of cybersecurity. Digital supply chains that rely on network technologies are at risk of external attacks, hacking and data leaks. Failure or unauthorized interference in the chain's IT system can lead to a halt in operations or data corruption, which puts the business at risk. Therefore, with the growth of digitalization, the need for strong data protection and cybersecurity at every node of the network is growing. Secondly, a serious challenge is the lack of trained specialists and organizational culture. The staff of many companies is not ready to work with new systems and data. According to a McKinsey study, almost 70% of digital transformation programs do not achieve their goals, largely due to the lack of employees with the necessary skills to work with new technologies. This means that the implementation of smart SCM should be accompanied by investments in personnel training and changes in corporate culture. It is necessary to encourage readiness for innovation, constant learning, and cooperation between IT specialists and logisticians, among other things. Resistance to change and the preservation of "old" approaches can negate the effect of the implementation of even the most advanced technology. Thirdly, the problem is data quality and system integration. In many companies, transaction data is still collected and processed manually, stored in different departments and formats. The transition to a digital chain requires the establishment of a unified data infrastructure, regular updates of information, and the integration of disparate IT systems with one another. If this is not done, smart solutions will not have a complete picture and may give incorrect recommendations. Often, the implementation of integrated planning occurs in isolation from other participants in the chain, the information remains "disjointed", which is why the required level of transparency and consistency of actions is not achieved. This can only be overcome through standardization and data integration, the creation of common cloud platforms for all participants in the chain. Otherwise, there is a risk of technological "disruption", when individual links are digitized, while others are not, which even worsens the overall manageability of processes. Fourth, financial costs: the implementation of IoT, AI, ERP systems, personnel training - all this requires significant investments. For small and medium-sized enterprises, the cost of digitalization can become a barrier. It is necessary to clearly assess the economic impact of implementing smart solutions and to draw up a phased investment plan. Without sufficient financial resources, the digital transformation project may remain incomplete or fail to deliver the expected return. Therefore, the risk is that the company will spend money on new technologies but will not be able to fully scale or integrate them into its business processes. Finally, there is the risk of over-reliance on technology. If employees rely too much on automation and algorithms, losing their own competencies, then in the event of a system failure or an atypical situation, the business may find itself in a difficult position. Therefore, it is important to maintain a balance between technological automation and expert human control. Given the above challenges, implementing smart technologies in SCM requires a strategic approach. Experts emphasize: it is not only about the technologies themselves, but also about how the business model and processes change under their influence. It is necessary to plan changes in advance

Supply chain transformation will have the greatest impact. Table 1 below summarizes key smart technologies and their impact on key processes, and the conclusions summarize the research results and provide recommendations for the successful implementation of smart SCM.

Conclusions. Smart solutions in the supply chain management system open up numerous opportunities to enhance business process efficiency and increase a company's competitive advantages. The analysis showed that a smart approach to improving the supply chain begins with the implementation of more advanced software and technologies that eliminate traditional “bottlenecks”: inaccurate forecasts, excess inventory, uncoordinated actions of participants, etc. When these basic problems are solved, the speed and accuracy of operations in the supply chain come to the fore. This is where IoT, AI, Big Data, Blockchain, and others provide companies with tools to accelerate and simplify most processes, from procurement to delivery to the end consumer. However, it is essential to remember that there is no single, universal solution for all logistics and inventory management problems. Each technology has its strengths and limitations, and its effect depends on the company's context. What works best for one business may not work for another, so the implementation of smart SCM should be carried out taking into account the individual characteristics of the supply chain, industry, and company strategy. Successful digitalization of supply chains requires a strategic approach: it is important to develop a clear plan that includes developing personnel qualifications, ensuring cybersecurity and readiness for organizational change. Companies that adapt to new digital realities in a timely manner reap significant benefits, including increased business resilience and flexibility, enhanced interaction with partners and customers, and ultimately a strengthened position in the global market.

In summary, smart solutions as a tool for optimizing business processes in SCM are an urgent necessity for modern businesses. They enable you to work smarter, faster, and more efficiently in conditions of market uncertainty, plan for the future with its opportunities and challenges, and ensure continuity and quality of supply even in difficult external circumstances. Companies should invest in the digital transformation of their supply chains today to integrate the digital and physical worlds into a single efficient system and remain competitive in the future. The benefits of smart SCM, including saved costs, satisfied customers, and an agile, sustainable business, far outweigh the initial efforts and costs associated with its implementation.

References:

1. Osokin, H. V. (2024). Tsyfrovyzatsiia lantsiuhiv postachannia yak faktor transformatsii biznes-modelei [Digitalization of supply chains as a factor in the transformation of business models]. Ekonomika ta suspilstvo, 64, 142–150. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-64-62 [in Ukrainian].

2. Lisitsa, V. V., Mykhailenko, O. M., & Rotenberg, O. V. (2023). Tsyfrovi lantsiuhy postavok: tekhnolohii, tendentsii ta napriamy rozvytku [Digital supply chains: technologies, trends and directions of development]. Prychornomorski ekonomichni studii, 2023(81), 99–107. https://doi.org/10.32782/bses.81-17 [in Ukrainian].

3. Koshulko, O. (2025). Must-read: yak smart-rishennia optymizuiut biznes-protsesy v sferi upravlinnia lantsiuzhkom postavok [Must-read: how smart solutions optimize business processes in the field of supply chain management]. GMDH. https://gmdhsoftware.com/ua/smart-supply-chain-management-solutions/ (accessed: 05.12.2025) [in Ukrainian].

4. Zaman, J., Shoomal, A., Jahanbakht, M., & Ozay, D. (2024). Driving supply chain transformation with IoT and AI integration: A dual approach using bibliometric analysis and topic modeling. IoT, 6(2), 21. https://doi.org/10.3390/iot6020021.

5. Samuels, A. (2025). Digital transformation in supply chains: Improving resilience and sustainability through AI, Blockchain, and IoT. Frontiers in Sustainability, 6. https://doi.org/10.3389/frsus.2025.1584580.

6. Sapotnitska, N. Ya., & Melnyk, A. A. (2021). Proyavy smart-lohistyky u diyal'nosti torhovel'noho pidpryyemstva [Manifestations of smart logistics in the activities of a trade enterprise]. Skhidna Yevropa: ekonomika, biznes ta upravlinnia, 6, 167–175. https://doi.org/10.32782/easterneurope.33-24 [in Ukrainian].

7. Dzhencov, V. (2025). Tendentsii rozvytku rynku prohramnoho zabezpechennia dlia upravlinnia lantsiuhamy postachannia pidpryiemstv [Trends in the development of the software market for enterprise supply chain management]. Stalyi rozvytok ekonomiky, (4(55)), 91–98. https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-55-13 [in Ukrainian].

8. Smerichevska, S., Prodanova, L., & Yakushev, O. (2024). Digitization of logistics and supply chain management. Smart Supply Chain Management, 26, 45–52. https://doi.org/10.46783/smart-scm/2024-26-9.

9. Koleshnia, Ya. O., & Kravets, A. I. (2021). Internet rechei u lohistytsi [Internet of Things in logistics]. II MNPK "Biznes, innovatsii, menedzhment: problemy ta perspektyvy", KPI, Kyiv, pp. 145–150 [in Ukrainian].

10. Prasser, D. R. (2025). AI in supply chain: A strategic guide for industry leaders [2025–2030]. https://www.startus-insights.com/innovators-guide/ai-in-supply-chain/ (accessed 30.11.2025).

11. Homeniuk, M. O., Tsizhma, Yu. I., & Hryhoriuk, I. O. (2025). Vplyv shtuchnoho intelektu na avtomatyzatsiiu skladskykh protsesiv v Ukraini [The impact of artificial intelligence on warehouse automation in Ukraine]. Aktualni pytannia ekonomichnykh nauk, 16. https://a-economics.com.ua/index.php/home/article/view/854/843. https://doi.org/10.5281/zenodo.17376418 [in Ukrainian].

12. Hirna, O. B. (2025). Tsyfrovi tekhnolohii v upravlinni lantsiuhamy postachannia [Digital technologies in supply chain management]. Ekonomichnyi prostir: naukove vydannia, 199, 20–25. https://doi.org/10.30838/EP.199.20-25 [in Ukrainian].

CHAPTER 2. INNOVATIONS IN MODERN MEDICINE AND BIOLOGY

2.1. State of Neurodynamic Functions, Central Hemodynamics and Non-Specific Resistance Against Physical Stress and Acquired Myopia

СТАН НЕЙРОДИНАМІЧНИХ ФУНКЦІЙ, ЦЕНТРАЛЬЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ ТА НЕ СПЕЦИФІЧНОЇ РЕЗИСТЕНТНОСТІ НА ФОНІ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ТА НАБУТОЇ КОРОТКОЗОРОСТІ

Для сучасної медико-біологічної науки однією із головних векторів дослідження є проблема адаптаційних механізмів та реакцій організму до різних факторів середовища, як ендогенного так і екзогенного походження [1; 2; 3]. Процес адаптації є універсальною ознакою та властивістю живих систем, саме процес адаптації лежить в основі життєздатності та стійкості організму до умов середовища, які постійно перебувають в динамічних змінах. Адаптація в живих організмах, в тому числі і в організмі людини, представляю собою багаторівневий процес, який забезпечує адекватну діяльність функціональних та структурних складових організму до чинників різного генезису, зокрема до фізичних навантажень, високих за ємкістю інформаційних потоків, урбанізації, грамотності [1; 2; 4].

Нормальну життєдіяльність людського організму при формуванні різноманітних адаптаційних реакцій забезпечують скоординовані реакції всіх фізіологічних та функціональних систем організму. Функціональні системи людського організму підчас формування адаптаційних реакцій мають різну значимість, що залежить від рівня функціональних резервів кожної фізіологічної та функціональної системи [4].

Сучасне суспільство характеризується наявністю двох основних стрес-факторів це фізичні навантаження та психоемоційні перевантаження. Реалізація адаптаційних механізмів та адаптаційних реакцій ініціюються одночасним впливом як ендогенних так і екзогенних факторів, в таких умовах ознаки і прояви адаптаційних реакцій нашаровуються одна на одну, що створює умови для розвитку патофізіологічних процесів та формуванню патофізіологічних станів [4; 5].

Серед фізіологічних систем організму людини найчутливішими є нервова та імунна системи. Нервова система сприймає сенсорні подразники, а імунна система чужогенні подразники. Імунна система чутливо реагує на будь-які зміни в зовнішньому та внутрішньому середовищі. Сучасні дослідження в галузі імунології, фізіології та патофізіології з’ясували, що до функцій імунної системи належать не лише забезпечує сталість генетичних показників організму, а й забезпечення гомеостазу через імунологічний нагляд за всіма морфо-функціональними складовими, що формують гомеостаз [2; 4; 6].

Таким чином метою нашого дослідження стало вивчення змін в показниках нейродинміних функцій, центральної гемодинаміки та не специфічної резистентності організму людини під впливом фізичних вправ та на фоні набутої короткозорості.

В нашому досліджені взяла участь група волонтерів загальною кількістю 68 осіб (чоловічої статі), середній вік яких становив середній вік 23,4±3,7 рік. Перша група контрольна практично здорові людини – 22 особи. Друга група люди, які страждають на набуту короткозорість різного ступеню, діагноз короткозорість встановлений фахівцями офтальмологами, всі учасники даної групи стояли на диспансерному обліку з діагнозом набута короткозорість - 22 особи. Третя група люди, які мали регулярні фізичні навантаження – 24 осіб. Період проведення дослідження з вересень 2024 року по вересень 2025 року. Всі волонтери давали письмову згоду на участь в нашому досліджені.

Стан показників центральної гемодинаміки визначали за такими показниками: частота серцевих скорочень (ЧСС), середня тривалість серцевого циклу, артеріальний тиск (систолічний та діастолічний), пульсовий тиск (ПАТ або ПТ), середній артеріальний тиск, систолічний об'єм крові (СОК), хвилинний об'єм крові (ХОК), секундний об'єм крові, коефіцієнт економічності кровообігу (КЕК), індекс Робінсона (ІР), вегетативний індекс Кердо (ВІК), загальний периферійний опір судин (ЗПО) [7; 8; 9].

Пульсовий артеріальний тиск (ПАТ або ПТ):

ПАТ=САТ–ДАТ,

де, ПАТ – пульсовий артеріальний тиск, мм.рт.ст.; САТ – систолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.; ДАТ – діастолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.

Систолічний об'єм крові (СОК) розраховували за формулою Старра:

СОК=97,7+0,5•ПАТ–0,6•ДАТ–0,6•В,

де, СОК – систолічний об'єм крові, мл; ПАТ – пульсовий артеріальний тиск, мм рт.ст.; ДАТ – діастолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.; В – вік людини, роки.

Хвилинний об'єм кровотоку (ХОК) визначали за такою формулою:

ХОК=ЧСС•СОК,

де, ХОК – хвилинний об'єм крові, л/хв; ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв; СОК – систолічний об'єм крові, мл.

Коефіцієнт економічності системи кровообігу (КЕК) розрахували за формулою:

КЕК=ЧСС•ПАТ,

де, КЕК – коефіцієнт економічності кровообігу, у.о.; ЧСС – частота серцевих скорочень, уд./хв; ПАТ – пульсовий артеріальний тиск, мм рт. ст..

Вегетативний індекс Кердо, який розраховувався за формулою:

ВІК=(1–ДАТ/ЧСС)•100,

де, ВІК – вегетативний індекс Кердо, у.о.; ЧСС – частота серцевих скорочень, уд./хв; ДАТ – діастолічний артеріальний тиск, мм рт. ст. Інтерпретація результатів спирається на величину та знак отримуваного індексу: «+» вказує на активацію симпатичної частини, «-» вказує на активацію парасимпатичної частини вегетативної нервової системи (за модулем значення вказує на ступінь активації складових вегетативної нервової системи).

Середній артеріальний тиск (САТ) розраховували за формулою:

САТ = ДАТ + 0,5ПАТ,

де, САТ – середній артеріальний тиск, мм.рт.ст.; ДАТ – діастолічний артеріальний тиск, мм.рт.ст.; ПАТ – пульсовий артеріальний тиск, мм.рт.ст.

Загальний периферійний опір (ЗПО) розраховували за формулою:

ЗПО = (САТ•1333•60)/ХОК;

де, ЗПО – загальний периферійний опір, у.о.; САТ – середній артеріальний тиск, мм.рт.ст.; ХОК – хвилинний об′єм крові, л/хв.

Індекс Робінсона (ІР) розраховували за формулою:

ІР=ЧСС•САТ/100,

де, ІР – індекс Робінсона, у.о.; ЧСС – частота серцевих скорочень, уд./хв; САТ – систолічний артеріальний тиск, мм рт. ст. [7; 8; 9].

Таблиця 1.

Оцінка функціональних резервів серцево-судинної системи за індексом Робінсона

Індекс	Оцінка стану	
69 і менше	Відмінне	Функціональні резерви серцево-судинної системи у відмінній формі
70 - 84	Добре	Функціональні резерви серцево-судинної системи в нормі
85 - 94	Середнє	Можна говорити про недостатність функціональних можливостях серцево-судинної системи.
95 - 110	Погане	Є ознаки порушення регуляції діяльності серцево-судинної системи.
111 і більше	Дуже погане	Регуляція діяльності серцево-судинної системи порушена

(за авторами Мальцева О. Б., Ляховець Л. О., 2022 рік).

Для вимірювання ЧСС, систолічного та діастолічного тиску (САр. та ДАр.тиск) проводили за допомогою автоматичного вимірювача артеріального тиску Gamma control (Велика Британія) [10]. Всі вимірювання проводилися тричі в статистичну обробку бралися середньоарифметичні значення.

Про стан не специфічної резистентності судили за такими показниками: загальна кількість лейкоцитів, лейкоцитарна формула, відносна та абсолютна кількість моноцитів, нейтрофілів (всіх субпопуляцій), лімфоцитів, базофілів та еозінофілів [11]. Проводили розрахунки інтегративних гематологічних індексів, що характеризують неспецифічну резистентність організму людини: індекс зрушень лейкоцитів (ІЗЛ), як маркер реактивності при запальному процесі (референтне значення 1,96±0,56); лейкоцитарний індекс (ЛІ), який вказує на порушення взаємодії між гуморальною та клітинною ланкою імунітету (референтні значення 0,41±0,03); індекс співвідношення нейтрофілів/лейкоцитів (ІСНЛ), що вказує на порушення в системі компонентів неспецифічного та специфічного захисту (референтні значення 2,47±0,65); індекс співвідношення нейтрофілів/моноцитів (ІСНМ), як характеризує наявність чи відсутність дисбалансу компонентів фагоцитарної (мікро- та макрофагальної) системи (референтні значення 11,83±1,31); індекс співвідношення лейкоцитів/моноцитів (ІСЛМ), який характеризує взаємовідношення афекторного та ефекторного компонентів імунної системи (референтні значення 5,34±0,59); лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ІЛГ) як критерій для диференціації аутоінтоксикації від інфекційної інтоксикації організму (референтні значення 4,56±0,37); індекс алергізації це співвідношення лімфоцитів до суми нейтрофільних лейкоцитів та базофілів, вказує на наявність алергічних процесів (референтні значення 0,88±0,09); індекс імунної реактивності відношення суми лімфоцитів та еозинофілів до моноцитів, який вказує на ступінь імунних реакцій; індекс адаптації (ІА), або індекс стресової активності за Л. Х. Гаркаві відношення лімфоцитів до сегментоядерних нейтрофілів – відображає рівень адаптаційних реакцій, в таблиці 1 наведено значення даного індексу та їх інтерпретація [11].

Підчас дослідження враховували зміни розумової працездатності на початку робочого дня і тижня, дослідження здійснювали у дні високої розумової працездатності – у вівторок, середу, четвер з 09.00 до 11.00 ранку, коли спостерігається оптимальний рівень фізіологічних функцій [12].

Стан нейродинамічних функцій визначали за методикою Макаренка М. В. За даною методикою досліджували латентні періоди сенсо-моторних реакцій різної складності (подразник фігури: коло, квадрат, трикутник): проста зорово-моторна реакція (ПЗМР), реакція вибору 1 із 3 подразників (ЛПРВ1-3), реакція вибору 2 із 3 (ЛПРВ2-3). Функціональну рухливість нервових процесів (ФРНП) визначали шляхом найвищого темпу диференціювання позитивних та гальмівних подразників при мінімальній експозиції їх пред'явлення в режимі «зворотного зв'язку». Рівень функціональної рухливості визначався часом, який необхідний для виконання тесту, чим менший час проходження тесту тим вищій рівень функціональної рухливості і навпаки [13]. Для уникнення суб'єктивного фактору тестування стану нейродинамічних властивостей проводилося тричі, кращій результат використовували для статистичної обробки.

Статистичну обробку матеріалу здійснювали з допомогою програми Microsoft Excel.

Координацію дослідження здійснювалось кафедрою загальної біології та методики навчання природничих дисциплін Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

Робота виконувалась у відповідності до біоетичних норм з дотриманням відповідних принципів Гельсінської декларації прав людини, Конвенції ради Європи про права людини і біомедицини та відповідних законів України [14; 15].

Результати наших досліджень стану центральної гемодинаміки та інтегративних гемодинамічниї індексів представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

Показники діяльності серцево-судинної системи у волонтерів (M±m).

Показники	Референтні значення	Контрольна група	Фізичні навантаження	Набута короткозорість
ЧСС, уд/хв.	50-90	71,2±1,4	78,8±1,3*	76,1±1,5*
Середня тривалість циклу, мс.с.	1,22-0,66	0,83±0,04	0,76±0,04	0,79±0,014
САр. тиск, мм.рт.ст.	110-120	117,4±1,2	143,1±2,4*^	128,1±2,1*

ДАр. тиск, мм.рт.ст.	70-80	76,41±1,9	85,57±1,19*^	81,5±1,2*
ПАТ, мм.рт.ст.	40-60	41,0±1,4	57,6±2,1*^	46,9±1,8*
Середній артеріальний тиск, мм. рт. ст.	80,0-100	90,2±1,2	114,4±2,2*^	96,7±1,6*
СОК, мл	44-60	57,7±2,9	59,1±1,9	58,2±1,7
ХОК, мл/хв.	3000-4000	4175,6±44,1	4658,1±18,6*^	4430,35±38,5*
Секундний об'єм крові, мл/с	50-67	69,4±1,5	77,65±2,4*^	73,5±0,5*
КЕК, у.о.	2400-3200	2919,7±5,5	4538,9±48,1*^	3565,3±23,3*
ІР, у.о.	-	83,6±0,3	90,3±3,1*^	97,6±3,7*
ВІК, у.о.	-	-7,32±1,2	-8,1±0,3^	-6,7±0,8
ЗПО, у.о.	-	2248,03±11,1	2457,03±26,86* ^	2313,05±8,25*

* - достовірні зміни по відношенню до контрольної групи $p < 0,05$;
^ - достовірні зміни по відношенню до групи з набутою короткозорістю $p < 0,05$.

Значення ЧСС, як на фоні набутої короткозорості так і після фізичних навантажень були достовірно більші в порівняні з контролем. Так величина ЧСС на фоні набутої короткозорості та фізичних навантажень була більшою в порівняні з контролем на 7 % (4,9 уд/хв.) та 10,7 % (7,6 уд/хв.) відповідно. Середня тривалість серцевого циклу на фоні набутої короткозорості та після фізичних навантажень не мала достовірної відмінності в порівняні з контрольними значеннями. На фоні набутої короткозорості середня тривалість циклу була меншою в порівняні з контролем на 4,8 % (0,04 мл.с.), а після фізичних навантажень – тривалість циклу була меншою на 8,4 % (0,07 мл.с.).

САр. тиск на фоні набутої короткозорості та після фізичних навантажень мав достовірну різницю в порівняні з контрольними значеннями. Так величина САр. тиску на фоні набутої короткозорості та після фізичних навантажень була більшою в порівняні з контролем на 9 % (10,7 мм.рт.ст.) та 22 % (25,7 мм.рт.ст.) відповідно. Слід відмітити, що значення САр тиску після фізичних навантажень було достовірно більше в порівняні зі значеннями в групі з набутою короткозорістю (на 11,7 %; 15 мм.рт.ст.). Значення ДАр тиску було достовірно більше в порівняні з контролем, як на фоні набутої короткозорості так і після фізичних навантажень (6,7 % , 5,1 мм.рт.ст. та 12 %, 9,2 мм.рт.ст.). Величина ДАр. тиску після фізичних навантажень була достовірно більшою в порівняні з величиною в групі з набутою короткозорістю на 5 % та 4,1 мм.рт.ст. ПАТ на фоні набутої короткозорості та після фізичних навантажень був достовірно більший в порівняні з контролем на 14,4 % та 5,9 мм.рт.ст.; 40,5 % та 16,6 мм.рт.ст. відповідно. Після фізичних навантажень ПАТ був достовірно більший в порівняні зі значеннями ПАТ на фоні набутої короткозорості (22,8 % та 10,7 мм.рт.ст.). Середній артеріальний тиск на фоні набутої короткозорості та після фізичних навантажень був достовірно більший в порівняні з контролем на 7 % та 6,5 мм.рт.ст.; 26,8 % та 24,2 мм.рт.ст. відповідно. Фізичні навантаження викликали достовірне збільшення середнього артеріального тиску в порівняні з набутою короткозорістю на 18,3 % та 17,7 мм.рт.ст.

Так набута короткозорість та фізичні навантаження характеризувалися достовірним збільшенням показників артеріального тиску в порівняні з контрольною групою, але слід звернути увагу, що більш виражене зростання артеріального тиску відмічалось після фізичних навантажень в порівняні з набутою короткозорістю. Такі зміни в показниках артеріального тиску можуть бути зумовлені різними типами адаптаційних реакцій. Набута короткозорість на нашу думку характеризується відкладеною адаптацією, а фізичні навантаження супроводжуються терміновою адаптацією.

СОК на фоні набутої короткозорості та після фізичних навантажень не мав достовірної різниці в порівняні з контролем. На фоні набутої короткозорості СОК був більший за контрольні значення на 1 % (0,5 мл.). Після фізичних навантажень СОК був більший від контрольних значень на 2,4 % (1,4 мл.). ХОК на фоні набутої короткозорості та фізичних навантажень мав достовірно більші значення в порівняні з контрольними величинами. Так на фоні набутої короткозорості ХОК був більший в порівняні з контролем на 6 % (254,8 мл/хв.), а після фізичних навантажень ХОК був більший на 11,6 % (482,5 мл/хв.) в порівняні з контролем. Збільшення значень ХОК на фоні набутої короткозорості та після фізичних навантажень відбувалось за рахунок збільшення ЧСС. Слід звернути увагу на те що значення ХОК після фізичних навантажень було достовірно більше в порівняні зі значенням ХОК на фоні набутої короткозорості на 5 % (227,8 мл/хв.). Зміни в показниках секундного об'єму крові на фоні набутої короткозорості та після фізичних навантажень були такі самі, як і в показниках ХОК. Величина секундного об'єму крові на фоні набутої короткозорості була достовірно більшою в порівняні з контролем (на 6 % та 4,1 мл/с.) і достовірно меншою в порівняні зі значеннями після фізичних навантажень (на 5,3 % та 4,2 мл/с.).

КЕК після фізичних навантажень та на фоні набутої короткозорості був достовірно більший в порівняні з контролем на 55 % (1619 у.о.) та 22 % (645,6 у.о.). Значення КЕК після фізичних навантажень були достовірно більше в порівняні з такими на фоні набутої короткозорості (на 27 %, 973,6 у.о.).

ІР після фізичних навантажень та на фоні набутої короткозорості був достовірно більший в порівняні з контрольними значеннями на 8 % (6,7 у.о.) та 16,7 % (14 у.о.) відповідно. Спираючись на отримані дані можна констатувати, що на фоні набутої короткозорості формуються ознаки порушення регуляції діяльності серцево-судинної системи; після фізичних навантажень з'являється імовірність недостатності функціональних можливостях серцево-судинної системи. Слід звернути увагу, що значення ІР на фоні набутої короткозорості були достовірно більші в порівняні з ІР після фізичних навантажень (на 8 %, 7,3 у.о.).

ВІК після фізичних навантажень та набутої короткозорості на мав достовірної різниці в порівняні з контролем. Такий результат вказує на значну активацію парасимпатичної складової вегетативної нервової системи: на фоні фізичних навантажень ця активація мала більш виражений характер в порівняні з набутою короткозорістю.

Значення ЗПО на фоні набутої короткозорості та після фізичних навантажень були достовірно більші в порівняні з контролем на 9,3 % (209 у.о.) та 3 % (65 у.о.). Величина ЗПО після фізичних навантажень була достовірно більшою в порівняні з ЗПО на фоні набутої короткозорості на 6 % (144 у.о.). Отриманий результат перегукується з величинами САр., ДАр. та ПАТ в групах з набуто. Короткозорістю та після фізичних навантажень.

Таким чином отримані нами показники центральної гемодинаміки та інтегративних гемодинамічних індексів на фоні набутої короткозорості та після фізичних навантажень можуть характеризувати адаптаційні реакції: в першому випадку (на фоні набутої короткозорості) як прояв відтермінованої адаптації, а в другому (після фізичних навантажень) як прояв термінової адаптації.

Наступним кроком нашої роботи було дослідження індексів неспецифічної резистентності, що представлено в таблиці 3.

Серед досліджуваних гематологічних індексів на фоні набутої короткозорості достовірно були менші ІСНМ, ІСЛМ та індекс імунної реактивності в порівняні з контролем на 28,4 % (3,1 у.о.), 34,4 % (2,1 у.о.) та 35,6 % (2,28 у.о.), а індекс Гаркаві був достовірно більший в порівняні з контролем (на 17,9 %, 0,1 у.о.). Всі інші індекси не мали достовірної відмінності в порівняні з контролем. Після фізичних навантажень досліджувані гематологічні індекси мали достовірну різницю в порівняні з контролем. Так значення ІЗЛ, ІСНЛ, ІСЛМ були достовірно більші в порівняні з контролем та набутою короткозорістю на 38,8 % (0,62 у.о.) та 24 % (0,55 у.о.), 100 % (1,8 у.о.) та 82,7 % (1,63 у.о.), 59,5 % (3,58 у.о.) та 143 %, (5,65 у.о.) відповідно. Збільшення ІЗЛ після фізичних навантажень вказує на формування запальних процесів; збільшення ІСНЛ вказує на порушення в компонентах специфічного та неспецифічного захисту; збільшення ІСЛМ вказує на погіршення взаємодії афекторного та ефекторного компонентів системного імунітету. Достовірно менші значення ЛІ, ІСНМ, ІЛГ, індексу алергізації та індику імунної реактивності після фізичних навантажень в порівняні з контролем та набутою короткозорістю були на 55 % (0.33 у.о.) та 53 % (0,31 у.о.), 42 % (4,6 у.о.) та 19 % (1,5 у.о.), 49 % (2,61 у.о.) та 49 % (2,64 у.о.). Зменшення ЛІ вказує на порушення взаємодії клітинного та гуморального імунітету; ІСНМ вказує на порушення між співвідношенням мікро- та макро-фагів, як складових фагоцитарної системи та погіршенням її функцій; ІЛГ опосередковано вказує на активацію протиінфекційного захисту, як компенсаторну реакцію на формування дисфункції клітинної ланки імунітету; зменшення індику алергізації вказує на мінімальні ознаки алергічних процесів; зменшення індексу імунної реактивності вказує на формування ознак пригнічення діяльності системного імунітету в цілому.

Таблиця 3.

Інтегративні гематологічні показники неспецифічної резистентності (M±m).

Показник	Референтні значення	Контрольна група	Фізичні навантаження	Набута короткозорість
ІЗЛ, у.о.	1,96±0,56	1,6±0,05	2,22±0,06*^	1,67±0,12
ЛІ, у.о.	0,41±0,05	0,6±0,1	0,27±0,07*^	0,58±0,07

ІСНЛ, у.о.	2,47±0,05	1,8±0,07	3,6±0,12*^	1,97±0,12
ІСНМ, у.о.	11,83±1,31	10,9±0,13	6,3±0,22*^	7,8±0,21*
ІСЛМ, у.о.	5,34±0,59	6,02±0,18	9,6±0,14*^	3,95±0,12*
ІЛГ, у.о.	4,56±0,37	5,31±0,11	2,7±0,06*	5,34±0,11
Індекс Гаркаві, у.о.	-	0,52±0,1	0,28±0,03*^	0,613±0,08*
Індекс алергізації, у.о.	0,88±0,09	0,92±0,13	0,27±0,17*^	0,97±0,12
Індекс імунної реактивності, у.о.	-	6,4±0,2	1,92±0,15*^	4,12±0,32*

* - достовірні зміни по відношенню до контрольної групи $p< 0,05$.
^ - достовірні зміни по відношенню до групи з набутою короткозорістю $p< 0,05$.

Індекс Гаркаві характеризує стан стресу та його ступінь за силою, так після фізичних навантажень відмічався стан сильного стресу, а на фоні набутої короткозорості спостерігалась спокійна активація на середній стресовий подразник (за ступенем сили).

Таким чином зміни в імунологічних індексах вказують на формування компенсаторної реакції неспецифічної ланки системного імунітету та порушення функціональної кооперації між специфічною та неспецифічною ланками імунної системи на фізичні навантаження та набутої короткозорості.

Наступним етапом нашого дослідження було вивчення змін в показниках нейродинамічних функцій, що представлено в таблиці 4.

Величини латентних періодів сенсомоторних реакцій різної складності на фоні набутої короткозорості не мали достовірної відмінності в порівняні з контролем.

Латентні періоди простої сенсомоторної реакції, реакції вибору двох подразників із трьох після фізичних навантажень були достовірно менші в порівняні з контролем. Так ПЗМР та ЛПРВ$_{2-3}$ після фізичних навантажень були менші в порівняні з контролем на 3,5 % (9,4 мс.) та 2,6 % (10,3 мс.) відповідно. Слід відмітити, що ПЗМР та ЛПРВ$_{1-3}$ після фізичних навантажень були достовірно менші в порівняні з такими показниками на фоні набутої короткозорості.

Таблиця 4.

Показники нейродинамічних функцій (M±m).

Показники	Контрольна група	Фізичні навантаження	Група осіб із набутою короткозорістю
ПЗМР, мс	267,0±3,8	257,6±4,2*^	271,3±4,3
ЛПРВ$_{1-3}$ мс	342,6±4,2	338,4±5,1^	352,2±4,7
ЛПРВ$_{2-3}$мс	389,8±3,9	379,5±2,8*	382,1±2,3
ФРНП с.	72,1±1,1	69,2±0,83*	69,1±1,0*

* - достовірні зміни по відношенню до контрольної групи $p< 0,05$.
^ - достовірні зміни по відношенню до групи з набутою короткозорістю $p< 0,05$.

Функціональна рухливість основних нервових процесів на фоні набутої короткозорості та після фізичних навантажень була достовірна вища в порівняні з контрольними значеннями. Так ФРНП на фоні набутої короткозорості була вища на 4,2 % (3 с.) в порівняні з контролем. Після фізичних навантажень ФРНП було вище на 4 % (2,9 с.) в порівняні з контролем.

Таким чином показники нейродинамічних функцій після фізичних навантажень мали більш виражені позитивні зміни в порівняні з контролем та набутою короткозорістю, а саме латентні періоди сенсомоторних реакцій. ФРНП на фоні набутої короткозорості та після фізичних навантажень була однакова, тобто час центральної обробки інформації подразників був однаковий що на фоні набутої короткозорості, що після фізичних навантажень.

Виходячи з отриманих нами результатів, можемо констатувати, що фізичні навантаження в порівняні з набутою короткозорістю характеризуються терміновою адаптацією в діяльності серцево-судинної системи, а набута короткозорість супроводжується формуванням ознак відтерміновано адаптації; не специфічна резистентність після фізичних навантажень характеризується значними змінами, які вказують на формування функціональної дисфункції системного імунітету, а на фоні набутої короткозорості формуються ознаки функціонального порушення в фагоцитарній системі імунітету та зниженні імунореактивності неспецифічного проти інфекційного захисту; стан нейродинамічних функцій після фізичних навантажень на підвищення функціональної активності ЦНС, але функціональна рухливість основних нервових процесів та центральна обробка інформації (подразників) була однакова що на фоні набутої короткозорості що після фізичних навантажень.

Таким чином фізичні навантаження супроводжуються формуванням термінових адаптаційних реакцій з ознаками функціонального порушення неспецифічної резистентності та фізіологічного навантаження на судину частину серцево-судинної системи, а набута короткозорість має ознаки відтермінованої адаптації, яка супроводжувалась не значним функціональним навантаженням на ССС та формуванням порушень в фагоцитарній системі організму. Слід відзначити, що зміни в нейродинамічних функціях як після фізичних навантажень так і на фоні набутої короткозорості мали одно направлений характер змін при цьому час центральної обробки подразників був однаковий, що вказує на однаковий ступінь активації ЦНС.

Список використаних джерел

1. Гуніна Л. М., Шейко В. І., Головащенко Р. В., Сладкевич В. К., Серветник А. В. Деякі аспекти механізмів виникнення та корекції функціональної анемії спортсменів. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. 2015. 129 (1), С. 68-73.

2. Метаболічні, імунні та гематологічні зміни у спортсменів різних спеціалізацій (рукопашний бій, боротьба дзюдо, бодібілдінг) та їх корекція : колективна монографія / Флегонтова В. В. та ін. Луганськ, СПД Резніков В. С., 2013. 112с.

3. Шейко В. І. Вплив геохронокліматичних факторів на показники нейродинамічних функцій // Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference. London, Great Britain, 2024. p. 51-53.

4. Кумар В., Аббас А.К., Астер Д.К. та ін. Основи патології за Роббінсоном і Кумаром: пер. 11-го англ.. вид. / пер. з англ. І. Сорокіна, С. Гичка, І. Давиденко. Київ: ВСВ «Медицина», 2023. 856 с.

5. Поручинська Т. Ф., Пасичнюк І. Ф., Поручинський А. І. Екологічна фізіологія людини : навч. посіб. Луцьк : ВНУ ім. Лесі Українки, 2021. 272 с.

6. Філімонов В. І., Маракушин Д. І., Тарасова К. В. Клінічна фізіологія: підручник. Київ : «Медицина», 2022. 776 с.

7. Жарінова О. Функціональна діагностика (за редакцією О. Жарінова, Ю. Іваніва, В. Куця. Киъв., «Четверта хвиля», 2021. 784 с.

8. Мальцева О. Б., Ляховець Л. О. Функціональна та клініко-лабораторна діагностика: навчальний посібник м. Ужгород, Вид. ТОВ Прінтлайн, 2022. - 213 с.

9. Функціональна діагностика при фізичній реабілітації та оцінці її ефективності: Навчальний посібник / В. В. Клапчук, А. В. Єрмолаєва. – Запоріжжя: Національний університет «Запорізька політехніка», 2022. 75 с.

10. https://surl.li/fgmxqq

11. Клінічна лабораторна діагностика (2021) / Л. Є. Лаповець, Г. Б. Лебедь, О. О. Ястремська та ін.; за ред. Л. Є. Лоповець. 2-е вид. стер. «Медицина», 472с.

12. Вікова фізіологія: Підручник. / за ред. П. Д. Плахтія. Львів: Видавництво «Новий Світ-2000», 2020. – 340 с.

13. Moderní aspekty vědy Svazek XLVIII / Díl mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. str. 373. – Розд.: Вплив імуностимуляції на сприйняття та обробку інформації адресованої I та II сигнальним системам на фоні набутої короткозорості середнього ступеня. / Стрельцова В. В. – С. 154-173. doi.org/10.52058/48-2024.

14. Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження». [Інтернет]. Документ 990_005, редакція від 01.10.2008. Доступно на: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005. (дата звернення 05.11.2024).

15. Загальна декларація про біоетику та права людини. Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури: відділ етики науки і технології: сектор соціальних і гуманітарних наук [Інтернет]. 2005 жов. 19; 12 с. Доступно на: http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf. (дата звернення 05.11.2024).

2.2. Indicators of Neurodynamics, Non-Specific Resistance and Central Hemodynamics in the Background of Acquired Myopia (Mild Degree)

ПОКАЗНИКИ НЕЙРОДИНАМІЧНИХ ФУНКЦІЙ, НЕ СПЕЦИФІЧНОЇ РЕЗИСТЕНТНОСТІ ТА ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ НА ФОНІ НАБУТОЇ КОРОТКОЗОРОСТІ (СЛАБКОГО СТУПЕНЯ)

Згідно даних світових організацій ВООЗ, ООН до 2080 року 50 % населення планети матимуть набуту короткозорість різного ступеня [1; 2]. Короткозорість набутої форми розглядається, як патофізіологічний стан що супроводжується порушеннями локомоторної функції ока, дисфункцією рухової активності (неузгодженість та неточність рухів) [3; 4]. Набута короткозорість будь-якого ступеня (слабкого, середнього та високого) супроводжується додатковими патофізіологічними проявами: гіподинамія, фізіологічні зміни в утворенні рефлекторних автоматизмів, погіршенням стану центральної гемодинаміки, формуванням ознак дисфункції системного імунітету [5; 6; 7; 8].

Науковий доробок Шейко В. І. містить інформацію про те що набута короткозорість є адаптацією до тривалого розглядання дрібних предметів (літери, фігури, символи, цифри ієрогліфи) з короткої відстані тривалий час [4]. Іншими словами короткозорість набутої форми це прояв адаптаційних та компенсаторних реакцій до значних навантажень зорової сенсорної системи, які супроводжуються морфо-функціональними змінами ока та формування різноманітних порушень в діяльності людського організму [4].

Так набута короткозорість слабкого та середнього ступеня супроводжується формуванням ознак дисфункції клітинної ланки системного імунітету та покращенням показників нейродинамічних функцій, а саме функціональної рухливості основних нервових процесів, а на фоні набутої короткозорості високого ступеня (від -6 діоптрій) показники нейродинамічних функцій погіршуються і виходять за межі фізіологічної норми, що може вказувати на формування ознак загального «гальмування» всіх нервових процесів: нервової регуляції процесів адаптації та саморегуляції. Таким чином, набута короткозорість супроводжуються деякими порушеннями в показниках системного імунітет, центральної гемодинаміки, психофізіологічних функцій, останні мають позитивні зміни (покращуються) на тлі слабкої та середньої короткозорості набутої форми [7; 8; 9].

Таким чином метою нашого дослідження стало комплексне вивчення змін в показниках не специфічної резистентності, центральної гемодинаміки та нейродинамічних функції людського організму на фоні набута короткозорості слабкого ступеня.

В нашому дослідженні взяла участь група волонтерів загальною кількістю 46 особи (чоловічої статі), віком 24±4,6 рока. Першу групу склали практично здорові люди – 22 особи; друга група утворили люди що страждали на набуту короткозорість слабкого ступеня (до -3 діоптрій) – 24 особи. Діагноз короткозорість був становлений лікарями-офтальмологами, всі представники 2 групи стояли на диспансерному обліку. Всі волонтери давали письмову згоду на участь в нашому досліджені.

Стан показників центральної гемодинаміки визначали за такими показниками: частота серцевих скорочень (ЧСС), середня тривалість серцевого циклу, артеріальний тиск (систолічний та діастолічний), пульсовий тиск (ПАТ), середній артеріальний тиск, систолічний об'єм крові (СОК), хвилинний об'єм крові (ХОК), секундний об'єм крові, коефіцієнт економічності кровообігу (КЕК), індекс Робінсона (ІР), вегетативний індекс Кердо (ВІК або ІК) [10; 11; 12].

Пульсовий артеріальний тиск (ПАТ або ПТ):

ПАТ=САТ–ДАТ,

де, ПАТ – пульсовий артеріальний тиск, мм.рт.ст.; САТ – систолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.; ДАТ – діастолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.

Систолічний об'єм крові (СОК) розраховували за формулою Старра:

СОК=97,7+0,5•ПАТ–0,6•ДАТ–0,6•В,

де, СОК – систолічний об'єм крові, мл; ПАТ – пульсовий артеріальний тиск, мм рт.ст.; ДАТ – діастолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.; В – вік людини, роки.

Хвилинний об'єм кровотоку (ХОК) визначали за такою формулою:

ХОК=ЧСС•СОК,

де, ХОК – хвилинний об'єм крові, л/хв; ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв; СОК – систолічний об'єм крові, мл.

Коефіцієнт економічності системи кровообігу (КЕК) розрахували за формулою:

КЕК=ЧСС•ПАТ,

де, КЕК – коефіцієнт економічності кровообігу, у.о.; ЧСС – частота серцевих скорочень, уд./хв; ПАТ – пульсовий артеріальний тиск, мм рт. ст..

Вегетативний індекс Кердо, який розраховувався за формулою:

ВІК=(1–ДАТ/ЧСС)•100,

де, ВІК – вегетативний індекс Кердо, у.о.; ЧСС – частота серцевих скорочень, уд./хв; ДАТ – діастолічний артеріальний тиск, мм рт. ст. Інтерпретація результатів спирається на величину та знак отримуваного індексу: «+» вказує на активацію симпатичної частини, «-» вказує на активацію парасимпатичної частини вегетативної нервової системи (за модулем значення вказує на ступінь активації складових вегетативної нервової системи)

Середній артеріальний тиск (САТ) розраховували за формулою:

САТ = ДАТ + 0,5ПАТ,

де, САТ – середній артеріальний тиск, мм.рт.ст.; ДАТ – діастолічний артеріальний тиск, мм.рт.ст.; ПАТ – пульсовий артеріальний тиск, мм.рт.ст.

Індекс Робінсона (ІР) розраховували за формулою:

ІР=ЧСС•САТ/100,

де, ІР – індекс Робінсона, у.о.; ЧСС – частота серцевих скорочень, уд./хв; САТ – систолічний артеріальний тиск, мм рт. ст. [10; 11; 12].

Таблиця 1.

Оцінка функціональних резервів серцево-судинної системи за індексом Робінсона

Індекс	Оцінка стану	
69 і менше	Відмінне	Функціональні резерви серцево-судинної системи у відмінній формі
70 - 84	Добре	Функціональні резерви серцево-судинної системи в нормі
85 - 94	Середнє	Можна говорити про недостатність функціональних можливостях серцево-судинної системи.
95 - 110	Погане	Є ознаки порушення регуляції діяльності серцево-судинної системи.
111 і більше	Дуже погане	Регуляція діяльності серцево-судинної системи порушена

(за авторами Мальцева О. Б., Ляховець Л. О., 2022 рік).

Для вимірювання ЧСС, САр. та ДАр. тиску проводили за допомогою автоматичного вимірювача артеріального тиску Gamma control (Велика Британія) [13]. Всі вимірювання проводилися тричі в статистичну обробку бралися середньоарифметичні значення.

Про стан не специфічної резистентності судили за такими показниками: загальна кількість лейкоцитів, лейкоцитарна формула, відносна та абсолютна кількість моноцитів, нейтрофілів (всіх субпопуляцій), лімфоцитів, базофілів та еозінофілів [14]. Проводили розрахунки інтегративних гематологічних індексів, що характеризують неспецифічну резистентність організму людини: індекс зрушень лейкоцитів (ІЗЛ), як маркер реактивності при запальному процесі (референтне значення 1,96±0,56); лейкоцитарний індекс (ЛІ), який вказує на порушення взаємодії між гуморальною та клітинною ланкою імунітету (референтні значення 0,41±0,03); індекс співвідношення нейтрофілів/лейкоцитів (ІСНЛ), що вказує на порушення в системі компонентів неспецифічного та специфічного захисту (референтні значення 2,47±0,65); індекс співвідношення нейтрофілів/моноцитів (ІСНМ), як характеризує наявність чи відсутність дисбалансу компонентів фагоцитарної (мікро- та макрофагальної) системи (референтні значення 11,83±1,31); індекс співвідношення лейкоцитів/моноцитів (ІСЛМ), який характеризує взаємовідношення афекторного та ефекторного компонентів імунної системи (референтні значення 5,34±0,59); лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ІЛГ) як критерій для диференціації аутоінтоксикації від інфекційної інтоксикації організму (референтні значення 4,56±0,37); індекс алергізації це співвідношення лімфоцитів до суми нейтрофільних лейкоцитів та базофілів, вказує на наявність алергічних процесів (референтні значення 0,88±0,09); індекс імунної реактивності відношення суми лімфоцитів та еозинофілів до моноцитів, який вказує на ступінь імунних реакцій; індекс адаптації (ІА), або індекс стресової активності за Л. Х. Гаркаві відношення лімфоцитів до сегментоядерних нейтрофілів – відображає рівень адаптаційних реакцій, в таблиці 1 наведено значення даного індексу та їх інтерпретація [14].

Підчас дослідження враховували зміни розумової працездатності на початку робочого дня і тижня, дослідження здійснювали у дні високої розумової працездатності – у вівторок, середу, четвер з 09.00 до 11.00 ранку, коли спостерігається оптимальний рівень фізіологічних функцій [15].

Стан нейродинамічних функцій визначали за методикою Макаренка М. В. За даною методикою досліджували латентні періоди сенсо-моторних реакцій різної складності: проста зорово-моторна реакція (ПЗМР), реакція вибору 1 із 3 подразників (ЛПРВ1-3), реакція вибору 2 із 3 (ЛПРВ2-3). Функціональну рухливість нервових процесів (ФРНП) визначали шляхом найвищого темпу диференціювання позитивних та гальмівних подразників при мінімальній експозиції їх пред'явлення в режимі «зворотного зв'язку». Рівень функціональної рухливості визначався часом, який необхідний для виконання тесту, чим менший час проходження тесту тим вищій рівень функціональної рухливості і навпаки [16]. Для уникнення суб'єктивного фактору тестування стану нейродинамічних властивостей проводилося тричі, кращій результат використовували для статистичної обробки.

Статистичну обробку матеріалу здійснювали з допомогою програми Microsoft Excel.

Координацію дослідження здійснювалось кафедрою загальної біології та методики навчання природничих дисциплін Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

Робота виконувалась у відповідності до біоетичних норм з дотриманням відповідних принципів Гельсінської декларації прав людини, Конвенції ради Європи про права людини і біомедицини та відповідних законів України [17; 18].

Результати досліджень показників центральної гемодинаміки представлені в таблиці 2.

Таблиця 2.

Показники центральної гемодинаміки та інтегративних індексів на фоні набуту короткозорість слабкого ступеня (M±m).

Показники	Референтні значення	Контрольна група	Набута короткозорість
ЧСС, уд/хв.	50-90	71,2±1,5	74,2±1,4
Середня тривалість циклу, с.	1,2-0,66	0,84±0,01	0,81±0,013*
САр. тиск, мм.рт.ст.	110-120	117,7±1,5	122,6±1,1*
ДАр. тиск, мм.рт.ст.	70-80	76,5±0,9	80,4±1,5*
ПАТ, мм.рт.ст.	40-60	41,01±1,1	42,3±1,7
Середній артеріальний тиск, мм.рт.ст.	80,0-100	90,2±1,4	101,6±1,8*
СОК, мл.	44-60	59,1±1,74	56,5±2,2
ХОК, мл/хв.	3000-4000	4207,92±45,78	4194,6±28,4
Секундний об'єм крові, мл./с	50-67	70,1±0,3	69,4±0,4
КЕК, у.о.	2600	2919,9±30,6	3138,7±41,5*
ІР, у. о.	-	84±5,5	76,5±4,6
ІК, у.од.	-	-7,5±0,6	-8,2±0,5

* - достовірні зміни по відношенню до контрольної групи p< 0,05.

Набута короткозорість слабкого ступеня супроводжувалась достовірними змінами в порівняні з контролем таких показників: середня тривалість серцевого циклу, САр. та ДАр. тиску, середнього артеріального тиску, КЕК, всі інші досліджуванні показники не мали достовірної різниці. Значення середньої тривалості серцевого циклу на фоні набутої короткозорості слабкого ступеня була менша на 5 % (0,03 мл.с.) в порівняні з контролем. Величини САр. та ДАр. тиску були більші на фоні набутої короткозорості слабкого ступеня в порівняні з контролем на 4,2 % (4,9 мм.рт.ст.) та 5,1 % (3,9 мм.рт.ст.) відповідно. Середній артеріальний тиску у короткозорих людей був більший в порівняні з контролем на 12,6 % (11,4 мм.рт.ст.). Значення КЕК на фоні набутої короткозорості було більше в порівняні з контролем на 7,5 % (218,8 у.о.). ЧСС та ПАТ на фоні набутої короткозорості слабкого ступеня мали тенденцію до збільшення в порівняні з контролем на 4 % (3 уд/хв.) та 3 % (1,29 мм.рт.ст.) відповідно. Значення СОК, ХОК, секундного об'єму крові, ІР та ІК на фоні набутої короткозорості мали тенденцію до зменшення в порівняні з контролем на 4 % (2,6 мл.), 0,3 % (13,3 мл/хв), 1 % (0,7 мл/с.), 9 % (7,5 у.о.) та 9 % (0,7 у.о.) відповідно.

Таким чином отримані результати вказують на збільшення енергетичних затрат для забезпечення кровообігу по судинам, що супроводжується збільшенням кров'яного тиску, але при цьому функціонального навантаження на регуляторні системи серця та адаптаційні механізми не спостерігається.

Отримані нами результати перегукуються з досліджень Соколенко С. В., Івасенка А. Ю., Шейко В. І., але слід звернути увагу, що їхній науковий доробок не містить даних про слабкий ступінь набутої короткозорості [19; 20; 21].

В таблиці 3 представлені результати дослідження показників інтегративних гематологічних індексів неспецифічної резистентності на фоні набутої короткозорості середнього ступеня.

Набута короткозорість слабкого ступеня супроводжується достовірними змінами, а саме зменшення значень індексів ІСНМ, ІСЛМ та індексу імунореактивності. Так значення ІСНМ, ІСЛМ та індексу імунореактивності на фоні набутої короткозорості слабкого ступеня були менші в порівняні з контролем на 28,4 % (3,1 у.о.), 34,4 % (2,07 у.о.) та 35,6 % (2,28 у.о.) відповідно. Нами було виявлено достовірне збільшення індексу Гаркаві на фоні набутої короткозорості (слабкого ступеня) в порівняні з контролем на 17,9 % (0,093 у.о.). Збільшення показників індексів ІЗЛ (4,4 % та 0,07 у.о.), ІСНЛ (9 % та 0,17у.о.), ІЛГ (0,6 % та 0,03 у.о.), індексу алергізації (5,4 % та 0,05 у.о.) не були достовірні в порівняні з контролем. Значення індексу ІЛ на фоні набутої короткозорості слабкого ступеня мали тенденцію до зменшення в порівняні з контролем на 3,3 % (0,02 у.о.).

Дослідження показників не специфічної резистентності на фоні набутої короткозорості слабкого ступеня свідчить про активацію фагоцитарних клітин, які утворюють основу не специфічної ланки системного імунітету.

Таблиця 3

Інтегративні гематологічні показники практично здорових людей та осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня (M±m).

Показник	Референтні значення	Контрольна група	Набута короткозорість
ІЗЛ, у.о.	1,96±0,56	1,6±0,05	1,67±0,12
ЛІ, у.о.	0,41±0,05	0,6±0,1	0,58±0,07
ІСНЛ, у.о.	2,47±0,05	1,8±0,07	1,97±0,12
ІСНМ, у.о.	11,83±1,31	10,9±0,13	7,8±0,21*
ІСЛМ, у.о.	5,34±0,59	6,02±0,18	3,95±0,12*
ІЛГ, у.о.	4,56±0,37	5,31±0,11	5,34±0,11
Індекс Гаркаві, у.о.	-	0,52±0,1	0,613±0,08*
Індекс алергізації, у.о.	0,88±0,09	0,92±0,13	0,97±0,12
Індекс імунної реактивності, у.о.	-	6,4±0,2	4,12±0,32*

* - достовірні зміни по відношенню до контрольної групи $p < 0,05$.

Спираючись на дані індексу Гаркаві можна констатувати, що набута короткозорість слабкого ступеня супроводжується спокійною активацією адаптаційних реакцій системного імунітету, а набута короткозорість слабкого ступеня ідентифікується як середній (за силою) стресовий подразник.

Формування ознак незначних порушень в не специфічній резистентності на фоні набутої короткозорості слабкого ступеня зумовлене змінами в системах клітин нейтрофіли-лімфоцити, нейтрофіли-моноцити, лімфоцити-моноцити.

Отримані результати мають спорідненість з результатами досліджень Соколенко С. В., які містять інформацію про стан не специфічної резистентності організму людей що страждають на набуто короткозорість, але без урахування ступеня короткозорості [19; 20].

Таким чином набута короткозорість середнього ступеня супроводжується зниженням імунореактивності та формуванням ознак функціонального навантаження не специфічного антиінфекційного захисту організму, що вказує на формування адаптаційно-компенсаторна реакція, які можуть впливати та створювати підґрунтя для частішої захворюваності у періоди підвищеної інфекційної загрози.

Результати досліджень стану нейродинамічних функцій на фоні набутої короткозорості середнього ступеня представлені в таблиці 4.

Відомо, що латентні періоди сенсономорних реакцій різної складності мають генетичну детермінанту [22; 23], а функціональна рухливість основних нервових процесів може змінюватися під впливом різноманітних функціональних навантажень.

Так латентні періоди сенсомторних реакцій різної складності: проста сенсомоторна (зоровомоторна) реакція, реакція вибору 1 із 3 подразників, реакція вибору 2 із 3 подразників на фоні набутої короткозорості слабкого ступеня не мали достовірної відмінності від контрольних значень.

Величина латентних періодів ПЗМР, ЛПРВ1-3, на фоні набутої короткозорості слабкого ступеня були більші від контролю на 1,6 % (4,3 мс.), 2,8 % (9,6 мс.), відповідно. Латентний період реакції вибору 2 із 3 подразників на фоні набутої короткозорості слабкого ступеня був менший на 1,97 % (7,7 мс.) в порівняні з контролем.

Функціональна рухливість основних нервових процесів на фоні набутої короткозорості слабкого ступеня була достовірно вища в порівняні з контрольними значеннями, про що говорить меша кількість часу витраченого на проходження тесту. Так значення ФРНП на фоні набутої короткозорості середнього ступеня було краще на 4,2 % (3 с.) в порівняні з контролем.

Таблиця 4.

Показники нейродинамічних функцій на фоні набутої короткозорості слабкого ступеня (M±m).

Показники	Контрольна група	Група осіб із набутою короткозорістю слабкого ступеня
ПЗМР, мс	267,0±3,8	271,3±4,3
ЛПРВ$_{1-3}$ мс	342,6±4,2	352,2±4,7
ЛПРВ$_{2-3}$мс	389,8±3,9	382,1±2,3
ФРНП с.	72,1±1,1	69,1±1,0*

*- достовірні зміни по відношення до контрольної групи $p< 0,05$.

Аналізуючи отримані результати можна відмітити, що латентні періоди зоровомоторних реакцій різної складності на фоні набутої короткозорості слабкого ступеня не відрізнялися від контрольних величин, але при цьому спостерігалась тенденція до зменшення латентного періоду в показниках ЛПРВ 2-3. Функціональна рухливість нервових процесів на фоні набутої короткозорості слабкого ступеня була краща, про що говорить зменшення часу на 3,0 с. Краща рухливість нервових процесів вказує на збільшення швидкості центральної обробки інформації в головному мозку.

Отримані результати про стан нейродинамічних функцій на фоні набутої короткозорості середнього ступеня перегукуються з результатами досліджень Шейко В. І. Колесник Ю. І., та Стрельцової В. В. [9; 16].

На рисунку 1 зображено відносні зміни досліджуваних показників на фоні набутої короткозорості слабкого ступеня.

Кореляційний аналіз виявив залежність між функціональною рухливістю основних нервових процесів та показниками середньої тривалості серцевого циклу, КЕК, індексом Гаркаві, індексу імунореактивності, ІСНМ та ІСЛМ. На рисунку 2 показані відносні зміни середньої тривалості серцевого циклу, КЕК, індексом Гаркаві, ІСНМ, ІСЛМ та ФРНП.

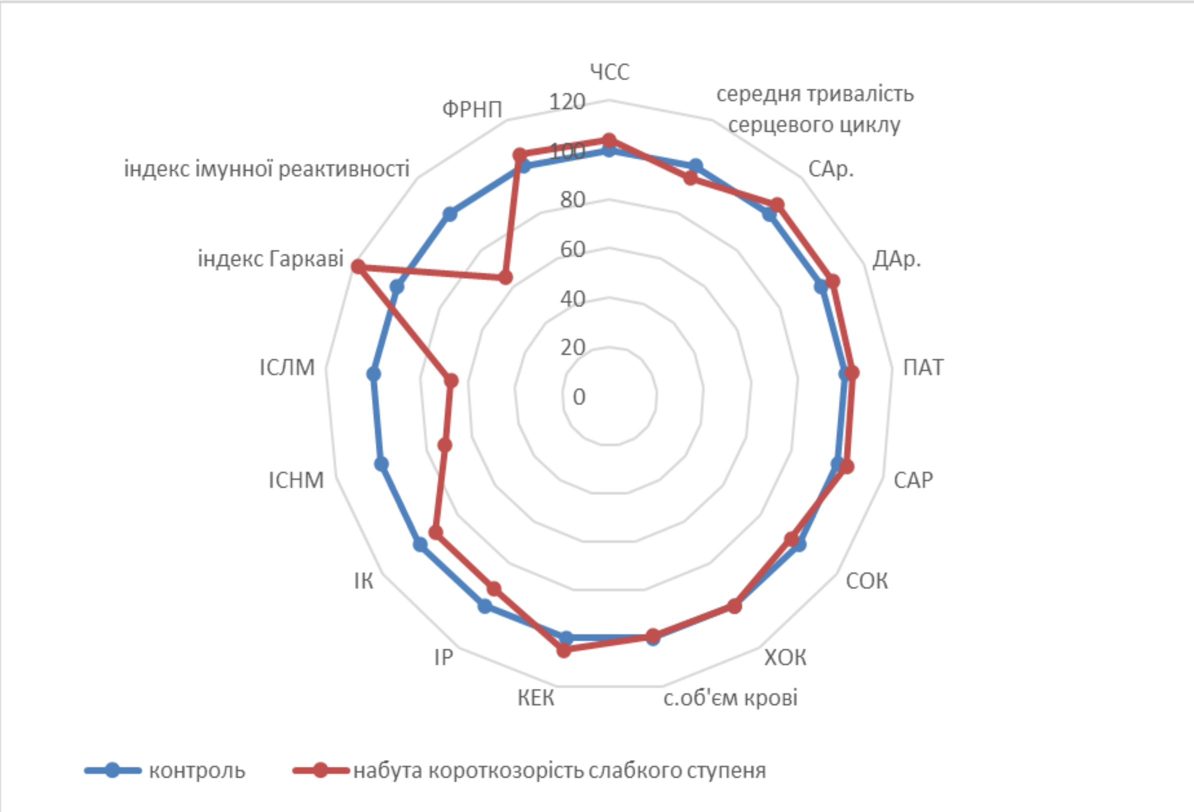

Рис.1. Графічне зображення відносних змін показників центральної гемодинаміки, не специфічної резистентності та функціональної рухливості основних нервових процесів (100 % показники контрольної групи).

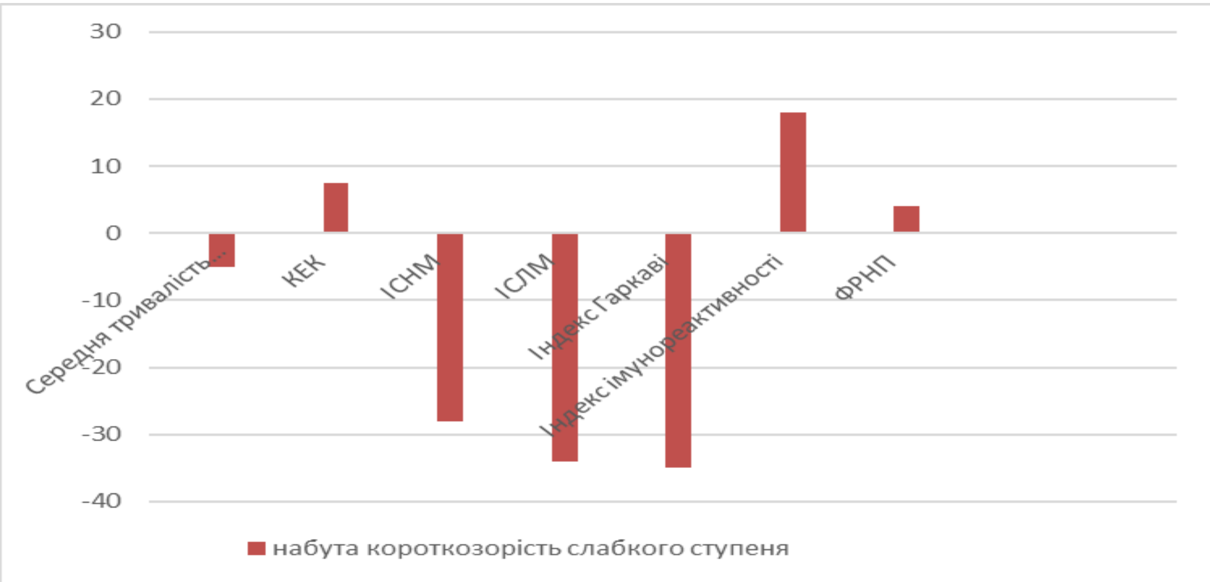

Рис. 2. Графічне зображення змін середньої тривалості серцевого циклу, КЕК, ІСНМ, ІСЛМ, Інд.Гаркаві, інд. Імуннореактивності та ФРНП (за 0 рівень прийнято контрольні значення).

Висновки. Таким чином аналізуючи отримані результати, можна констатувати, що набута короткозорість слабкого ступеня супроводжується формуванням ознак функціонального навантаження в діяльності серцево-судинної системи, а також формуванням ознак функціонального навантаження не специфічного антиінфекційного захисту організму. На фоні формування ознак функціонального навантаження згаданих фізіологічних систем спостерігається підвищена функціональна активність вищих відділів центральної нервової системи, що підтверджується покращенням функціональної рухливості основних нервових процесів, які в свою чергу покращують центральну обробку інформації, яка надходить від сенсорних систем організму та від систем внутрішнього контролю.

Список використаних джерел

1. Noncommunicable diseases: Risk factors. WHO. [Онлайн] https://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/overweight/en/. (дата звернення 25.01. 2024).

2. Офтальмологічна допомога в Україні за 2014-2017 роки (аналітично-статистичний довідник). / Р. О. Моісеєнко та ін. Київ. 2018. 314 с.

3. Дичко В. В., Бобирєв В. Є. Рівень адаптаційного напруження організму дітей віком 7-10 років із патологією зору. // Молодий вчений. Херсон: ТОВ "Видавничий дім "Гельветика". 2017.№ 2 (42). С. 1–3.

4. Шейко В. І., Колесник Ю. І. Деякі питання етіології короткозорості. Сьогодення біологічної науки : матеріали III Міжнародної наукової конференції (15-16 листопада 2019 р., м. Суми) – Суми, 2019 : ФОП Цьома С. П. С. 32-34.

5. Шейко В. І., Івасенко А. Ю. Показники центральної гемодинаміки на тлі набутої короткозорост. // Актуальні проблеми сучасної медицини. 2024. Т. 24 Вип. 2(86), С. 27-30.

6. Шейко В. І., Колесник (Кущ) Ю. І. Показники уваги осіб з набутою короткозорістю слабкого та високого ступеню на фоні процесів гальмування //«Young Scientist» 2018, № 2 (54), С. 1-5.

7. Шейко В. І. Вплив набутої короткозорості на системний імунітет та показники нейродинамічних функцій. Матеріали 7 з’їзду Всеукраїнської громадської організації «Українське товариство клітинної біології» з міжнародним представництвом (7th Congress for All-Ukrainian public organization Ukrainian Society of Cell Biology with international representation). Львів, 11-13 вересня 2024 року. Львів. 2024 С. 69.

8. Sheiko V., Kolesnyk Y., Dereka T. Comparison of indicators of cellular and humoral immunity in acquired myopia mild and high degree. // Zdravotnícke listy. 2020. V.8. №4. P. 36-42.

9. Шейко В. І., Колесник (Кущ) Ю. І., Львов О. С. Аналіз показників вищої нервової діяльності в залежності від ступеня короткозорості. // Український журнал медицини, біології та спорту. 2019, Т.4, №4, С. 268-273. DOI: 10.26693/jmbs04.04.268.

10. Жарінова О. Функціональна діагностика (за редакцією О. Жарінова, Ю. Іваніва, В. Куця. Киъв., «Четверта хвиля», 2021. 784 с.

11. Мальцева О. Б., Ляховець Л. О. Функціональна та клініко-лабораторна діагностика: навчальний посібник м. Ужгород, Вид. ТОВ Прінтлайн, 2022. - 213 С.

12. Функціональна діагностика при фізичній реабілітації та оцінці її ефективності: Навчальний посібник / В. В. Клапчук, А. В. Єрмолаєва. – Запоріжжя: Національний університет «Запорізька політехніка», 2022. 75 с.

13. https://surl.li/fgmxqq

14. Клінічна лабораторна діагностика (2021) / Л. Є. Лаповець, Г. Б. Лебедь, О. О. Ястремська та ін.; за ред. Л. Є. Лоповець. 2-е вид. стер. «Медицина», 472с.

15. Вікова фізіологія: Підручник. / за ред. П. Д. Плахтія. Львів: Видавництво «Новий Світ-2000», 2020. – 340 с.

16. Moderní aspekty vědy Svazek XLVIII / Díl mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. str. 373. – Розд.: Вплив імуностимуляції на сприйняття та обробку інформації адресованої I та II сигнальним системам на фоні набутої короткозорості середнього ступеня. / Стрельцова В. В. – С. 154-173. doi.org/10.52058/48-2024.

17. Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження». [Інтернет]. Документ 990_005, редакція від 01.10.2008. Доступно на: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005. (дата звернення 05.11.2024).

18. Загальна декларація про біоетику та права людини. Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури: відділ етики науки і технології: сектор соціальних і гуманітарних наук [Інтернет]. 2005 жов. 19; 12 с. Доступно на: http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf. (дата звернення 05.11.2024).

19. Moderní aspekty vědy: LVI. Díl mezinárodní kolektivní monografie [ISBN 978-617-8614-07-2ї] / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2025. str. 430 – Розд.: Індекси центральної гемодинаміки на фоні набутої короткозорості та вродженої патології зору (тотальна та часткова сліпота. / С. В. Соколенко – С. 331-342.

20. Moderní aspekty vědy: LIX. Díl mezinárodní kolektivní monografie [ISBN 978-617-8614-15-7] / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2025. str. 467 - Розд.: Індекси центральної гемодинаміки та імунної резистентності на фоні набутої короткозорості / С. В. Соколенко - С. 394 -406.

21. Шейко В. І., Івасенко А. Ю. Показники центральної гемодинаміки на тлі набутої міопії // Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії – 2024 - Т.24. Вип.2 - С.27-30.

22. Vitalii Sheiko, Olena Kuchmenko, Yulia Kushch, Laura Mkhitaryan, Eduard Glazkov, Valentyna Havii State of psycho-physiological functions in persons with a weak degree of acquired myopia // Notes in Current Biology - 2022 - №2, С. 77-82.

23. Стрельцова В. В. Особливості сприйняття та обробки інформації адресованої І та ІІ сигнальним системам на фоні набутої короткозорості слабкого ступеня. // Вісник проблем біології і медицини – 2024 – Вип. 1 (172). С. 120-125. DOI 10.29254/2077-4214-2024-1-172-120-125.

2.3. Impact of Intercontinental Travel on Neurodynamical Functions and Indicators of Non-Specific Resistance

ВПЛИВ МІЖКОНТИНЕНТАЛЬНИХ ПОДОРОЖЕЙ НА НЕЙРОДИНАМІЧНІ ФУНКЦІЇ ТА ПОКАЗНИКИ НЕ СПЕЦИФІЧНОЇ РЕЗИСТЕНТНОСТІ

В своєму розвитку суспільство зараз знаходиться в періоді остаточного формування інформаційно-кібернетичного суспільство, ознаками якого є високі та щільні потоки інформації (які мають різноманітні подразники за генезисом та формою сприйняття), високий темп соціального-життя, а також здатність до швидкого подолання значних відстаней за достатньо короткий час (наявність швидкісних транспортних засобів: швидкісні потяги, літаки, гелікоптери, швидкісні авто). Саме поява швидкісних транспортних засобів та їх повсякденне використання в житті сучасної людини, надає можливість представникам сучасного суспільства за відносно короткий час долати великі відстані, під час яких людина транзитно перетинає декілька часових, кліматичних, географічних поясів та зон. Швидка зміна часових поясів, кліматичних зон, географічної широти та довготи і створює комплексний вплив екзогенних та ендогенних факторів які формують адаптаційні зміни в фізіологічних системах людського організму через активацію механізмів адаптації, як термінової так і відкладеної [1; 2; 3].

Проблема реалізації адаптаційних механізмів та адаптаційних реакцій живих систем, до яких також відноситься і людський організму, посідає одне із провідних місць сучасних досліджень фізіологічної та патофізіологічної науки [4; 5; 6].

Адаптаційні реакції та їх механізми є універсальною властивістю живої матерії. Саме адаптація забезпечує життєздатність та сталість життєвих функцій організму під впливом ендогенних та екзогенних факторів середовища, які динамічно змінюються під впливом геохронокліматичних та соціальних, техногенних і іноформаційних чинників [3; 4; 5; 6].

Реалізація адаптаційних реакцій проходить двома протилежними напрямами: перший напрям супроводжується значними змінами в діяльності органів та систем цілісного організму; другий напрям супроводжується змінами, які направлені на збереження гомеостазу та функціональними змінами в діяльності організму відповідно умов існування, але при цьому зберігається динамічна рівновага в загальних фізіологічних процесах [4; 6].

Формування адаптаційних реакцій має два типи: перший тип – це термінова адаптація, яка не дає досконалих функціонально-адаптаційних реакцій, а лише формує короткотривалу реакцію; другий – довготривала генералізована адаптація, яка використовує функціональні резерви та адаптаційні потенціали всі фізіологічні та функціональні системи організму. Саме ознаки переходуд від першого типу до другого типу формування адаптаційно-компенсаторних реакцій є головним для адаптації і визначає ефективність пристосувальних реакцій до стресових чинників [4; 6].

В наукових публікаціях міститься незначна кількість інформації присвяченої саме проблемі адаптаційних реакцій викликаних подорожами на значні відстані; в згаданих публікаціях є дані про зміни в показниках системного імунітету, а також обмежена інформація про функціонування вищих відділів центральної нервової системи, саме яким належить провідна роль в обробці інформаційних потоків, що є невід'ємною ознакою інформаційно-кібернетичного суспільства [3; 5; 7; 8; 9; 10].

Таким чином метою нашого дослідження стало вивчення змін в показниках нейродинміних функцій та не специфічної резистентності організму людини під міжконтинентальних подорожей.

В дослідженні прийняло участь 50 волонтерів, які було розподіллено на дві групи: перша контрольна – 25 осіб, друга дослідна – 25 осіб. Всі волонтери були практично здорові люди віком від 25 років до 45 років, які дали письмову згоду на участь в досліджені. Дослідження проводилося в період листопад-грудень з 2017 по 2022 рік. Всі волонтера давали письмову згоду на участь в досліджені.

Координаторами дослідження були науковці Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка (кафедри біологічно профілю природничо-географічного факультету), Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя кафедра біології, а також науковці кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Відповідальним координатором-виконавцем був професор Шейко В. І.

Учасники дослідної групи подолали 6500 км за 8 годин та 40 хвили, вилетівши літаком з міжнародного аеропорту «Бориспіль» Україна і прилетіли до міжнародного аеропорту «Шоуду» м. Пекін Китайська народна республіка. тривалість польоту становила 14-15 годин. Пекін розташований в мусонно-субтропічному поясі та в 8-му часовому поясі. Пекін розташований в мусонному субтропічному кліматі, для якого характерне спекотне вологе літо завдяки впливу східних мусонів і холодна вітряна суха зима, що формується під впливом сибірських антициклонів. Середня температура в січні становить −7…−4 °C, у липні – 25…26 °C. За рік випадає понад 600 міліметрів опадів, 75 % яких випадає влітку, тому в Пекіні часто взимку може бути нижче −10 °C, і при цьому відсутній сніг. Київ розташований в помірно-континентальному кліматичному поясі та в 2-му часовому поясі. Клімат помірно континентальний, із м'якою зимою і теплим літом. Середньомісячні температури січня −3,2 °C, липня +21.3 °C. Абсолютний мінімум – -32,2 °C (7, 9 лютого 1929 року), абсолютний максимум – +39,9 °C (серпень 1898 року) (за іншими даними: +39,4 °C, 30 липня 1936 року). Середньорічна кількість опадів – 616 мм, максимум опадів припадає на червень

(72 мм), мінімум – на січень (37 мм). Взимку в Києві утворюється сніговий покрив, середня висота покриву в лютому 20 см, максимальна – 440 см. Середньорічна загальна хмарність – 6,4 бала, максимум припадає на грудень (8,1), мінімум – на серпень (4,9). Середня вологість повітря – від 64 % (травень) до 85 % (листопад). Різниця в часі між Києвом та Пекіном становить +6 годин [11].

Для отримання інформації про стан нейродинамічні властивості ми використовували методику М. В. Макаренка [12; 13; 14]. За даною методикою досліджували латентні періоди сенсомоторних реакцій різної складності: проста зоровомоторна реакція (ПЗМР), реакція вибору 1 із 3 подразників (ЛПРВ1-3), реакція вибору 2 із 3 (ЛПРВ2-3), подразник фігури (коло, квадрат, трикутник). Функціональну рухливість нервових процесів (ФРНП) визначали шляхом найвищого темпу диференціювання позитивних та гальмівних подразників при мінімальній експозиції їх пред'явлення в режимі «зворотного зв'язку». Рівень функціональної рухливості визначався часом, який необхідний для виконання тесту, чим менший час проходження тесту тим вищій рівень функціональної рухливості і навпаки. Для уникнення суб'єктивного фактору тестування стану нейродинамічних властивостей проводилося тричі, кращій результат використовували для статистичної обробки.

Підчас дослідження у нас не було можливості врахувати зміни розумової працездатності на початку робочого дня і тижня, дослідження здійснювали у дні високої розумової працездатності – у вівторок, середу, четвер з 09.00 до 11.00 ранку, коли спостерігається оптимальний рівень фізіологічних функцій, що зумовлено розкладом та тривалістю польоту [15].

Про стан не специфічної резистентності судили за такими показниками: загальна кількість лейкоцитів, лейкоцитарна формула, відносна та абсолютна кількість моноцитів, нейтрофілів (всіх субпопуляцій), лімфоцитів, базофілів та еозінофілів [16].

Дослідження показників периферійної крові в обох групах були проведені перед початком перельоту та відразу після перельоту.

Проводили розрахунки інтегративних гематологічних індексів, що характеризують неспецифічну резистентність організму людини:

індекс зрушень лейкоцитів (ІЗЛ), як маркер реактивності при запальному процесі (референтне значення 1,96±0,56);

лейкоцитарний індекс (ЛІ), який вказує на порушення взаємодії між гуморальною та клітинною ланкою імунітету (референтні значення 0,41±0,03);

індекс співвідношення нейтрофілів/лейкоцитів (ІСНЛ), що вказує на порушення в системі компонентів неспецифічного та специфічного захисту (референтні значення 2,47±0,65);

індекс співвідношення нейтрофілів/моноцитів (ІСНМ), як характеризує наявність чи відсутність дисбалансу компонентів фагоцитарної (мікро- та макрофагальної) системи (референтні значення 11,83±1,31);

індекс співвідношення лейкоцитів/моноцитів (ІСЛМ), який характеризує взаємовідношення афекторного та ефекторного компонентів імунної системи (референтні значення 5,34±0,59);

лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ІЛГ) як критерій для диференціації аутоінтоксикації від інфекційної інтоксикації організму (референтні значення 4,56±0,37);

індекс алергізації це співвідношення лімфоцитів до суми нейтрофільних лейкоцитів та базофілів, вказує на наявність алергічних процесів (референтні значення 0,88±0,09);

індекс імунної реактивності відношення суми лімфоцитів та еозинофілів до моноцитів, який вказує на ступінь імунних реакцій; індекс адаптації (ІА), або індекс стресової активності за Л. Х. Гаркаві відношення лімфоцитів до сегментоядерних нейтрофілів – відображає рівень адаптаційних реакцій, в таблиці 1 наведено значення даного індексу та їх інтерпретація [16].

Таблиця 1.

Інтерпретація значення індексу адаптації за Л. Х. Гаркаві.

Тип адаптаційної реакції	індекс	Подразник
Стрес	<0,3	Сильний
Підвищеної активації	>0,7	Вище середнього
Спокійної активації	>0,5-0,69	Середній
Тренування	>0,3-0,49	Слабкий

Всі гематологічні дослідження були проведені на базі медичного сервісу фірми «Eurasia Erlebnisreisen» GmbH, лабораторія (Німеччина) була розташована в аеропорту «Бориспіль» Україна та «Шоуду» м. Пекін Китайська народна республіка.

Статистичну обробку результатів проводили на ЕОМ за пакетом програм Microsoft Excel.

Робота виконувалась у відповідності до біоетичних норм з дотриманням відповідних принципів Гельсінської декларації прав людини, Конвенції ради Європи про права людини і біомедицини та відповідних законів України [17; 18].

Результати досліджень нейродинамічних функцій представлені в таблиці 2. Величини латентних періодів ПЗМР та ЛПРВ$_{2-3}$ відразу після перельоту були достовірно більші в порівняні з контрольними значіннями та вихідними значеннями. Так латентний період ПЗМР відразу після перельоту збільшився в порівняні з контролем та вихідними даними на 9 % (24 мс.) та 6,7 % (18,1 мс.) відповідно. Такі зміни вказують на погіршення проведення нервового імпульсу в ЦНС, що можливо викликано загальними процесом гальмування в ЦНС, під впливом геохронокліматичних факторів та адаптаційними реакціями викликаних їх дією.

Таблиця 2.

Показники нейродинамічних функцій (M±m)

Показники	Контроль	Вихідні дані, до перельотом)	Дані відразу після перельоту
ПЗМР, мс	264,5±5,5	270,4±4,1	288,5±4,4* #
ЛПРВ$_{1-3}$ мс	391,3±5,4	400,1±5,7	415,7±3,6
ЛПРВ$_{2-3}$мс	410,9±6,5	411,0±5,9	458,6±4,3* #
ФРНП с	73,0±0.5	72,9±0,7	74,7±0,5* #

*- достовірні зміни по відношення до контрольної групи p< 0,05

- достовірні зміни по відношення до вихідних даних дослідної групи p< 0,05.

Латентний період реакції вибору двох подразників із трьох був більший в порівняні з контрольними та вихідними величинами на 11,6 % (47,7 мс.) та 11,58 % (47,6 мс.) відповідно. Збільшення даного латентного періоду вказує на погіршення лабільності нервових процесів (зміни одного процесу збудження іншим), такі зміни можуть бути зумовлені активацією вегетативною нервової системи, яка контролює формування адаптаційних реакцій цілісного організму або наявністю домінуючого збудження в ЦНС.

Значення латентного періоду простої реакції вибору, одного подразника з двох, не мала достовірної різниці в порівняні з контролем та вихідними значеннями, це вказує що елементарна обробка отриманих подразників не змінилась.

Функціональна рухливість основних нервових процесів відразу після перельоту була достовірно меншою в порівняні з контролем та вихідними значеннями на 2,4 % (1,7 с.) та 2,5 % (1,8 с.). Такі зміни можуть вказувати на погіршення лабільності основних нервових процесів в ЦНС та переважанням процесів гальмування над процесами збудження, а також на збільшення часу центральної обробки інформації.

Таким чином міжконтинентальні подорожі викликають погіршення показників нейродинамічних функцій людини, що може погіршити обробку отриманої інформації.

На рисунку 1 відображено зміни нейродинамічних функцій у групі волонтерів після перельоту.

Наступним етапом дослідження було вивчення змін в показниках інтегративних гематологічних індексів неспецифічної резистентності. Результати дослідження представлені в таблиці 3.

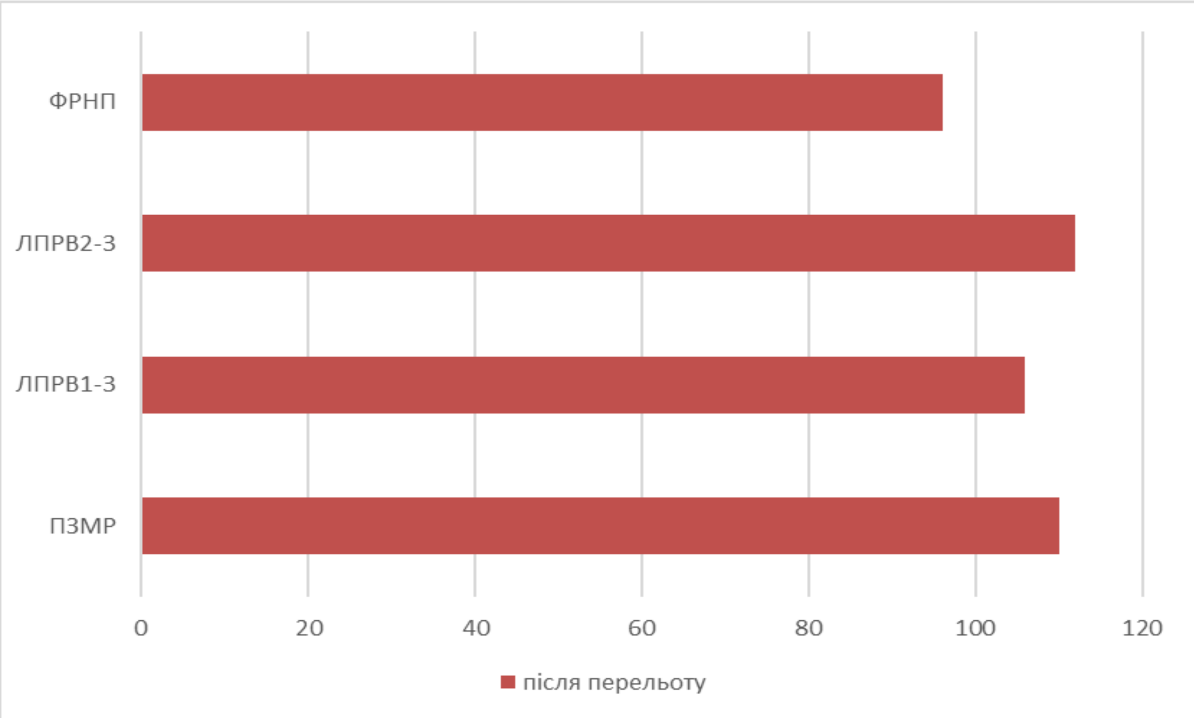

Рис. 1. Графічне зображення відносних змін показників нейродинамічних функцій після перельоту (за 0 рівень прийнято показники контролю).

Таблиця 3.

Показники неспецифічної резистентності організму (M±m).

Показники	Контроль	До перельоту	Відразу після перельоту
ІЗЛ, у.о.	1,6±0,05	1,7±0,06	1,32±0,08*
ЛІ, у.о.	0,6±0,1	0,58±0,08	0,62±0,05
ІСНЛ, у.о.	1,8±0,07	1,76±0,13	1,9±0,11
ІСНМ, у.о.	10,9±0,13	10,15±0,42	7,53±0,44*
ІСЛМ, у.о.	6,02±0,18	6,33±0,15	9,6±0,54*
ІЛГ, у.о.	5,31±0,11	5,14±0,11	5,4±0,18
Індекс Гаркаві, у.о.	0,52±0,1	0,49±0,08	0,92±0,14*
Індекс алергізації, у.о.	0,92±0,13	0,87±0,15	0,31±0,18*
Індекс імунної реактивності, у.о.	6,4±0,2	6,55±0,11	4,9±0,24*

*- достовірні зміни по відношення до контрольної групи p< 0,05
- достовірні зміни по відношення до вихідних даних дослідної групи p< 0,05.

Відразу після перельоту достовірне зменшення відмічалось в значеннях ІЗЛ, ІСНМ, індексу алергізації та індексу імунної реактивності. Так ІЗЛ, ІСНМ, індекс алергізації та імунної реактивності були менші в порівняні з контролем та вихідними значеннями на 17,5 % (0,28 у.о.) та 22,4 % (0,38 у.о.); 31 % (у.о.) та 26 % (2,6 у.о.); 66 % (0,61 у.о.) та 64,4 % (0,56 у.о.); 23,4 % (1,5 у.о.) та 25,2 % (1,65 у.о.) відповідно. Стосовно величин ІСЛМ та індексу Гаркаві то вони були достовірно більші відразу після перельоту в порівняні з контролем та вихідними значеннями на 59,5 % (3,58 у.о.) та 51,7 % (3,27 у.о.); 77 % (0,4 у.о.) та 88 % (0,43 у.о.).

Таким чином отримані результати вказують на наявність підвищеного типу адаптаційної реакції викликаного подразником за силою дії вище середнього, а також спостерігається зниження загальної імунної реактивності (погіршення неспецифічного захисту організму), підвищенна вірогідність алергізації від інтоксикацій як інфекційного так і не інфекційного генезису, зменшення ІЗЛ вказує на високу вірогідність формування запальних процесів в організмі, зменшення ІСНМ вказує на наявність дисбалансу між складовими фагоцитарної системи організму (погіршення захисних реакцій фагоцитарної системи організму, які утворюють основу неспецифічного захисту),збільшення ІСЛМ вказує на формування ознак порушення взаємодії між афекторною та ефекторною ланками системного імунітету.

На рисунку 1 відображено відносні зміни показників нейродинамічних функцій та інтегрованих гематологічних індексів резистентності організму під впливом геохронокліматичних факторів.

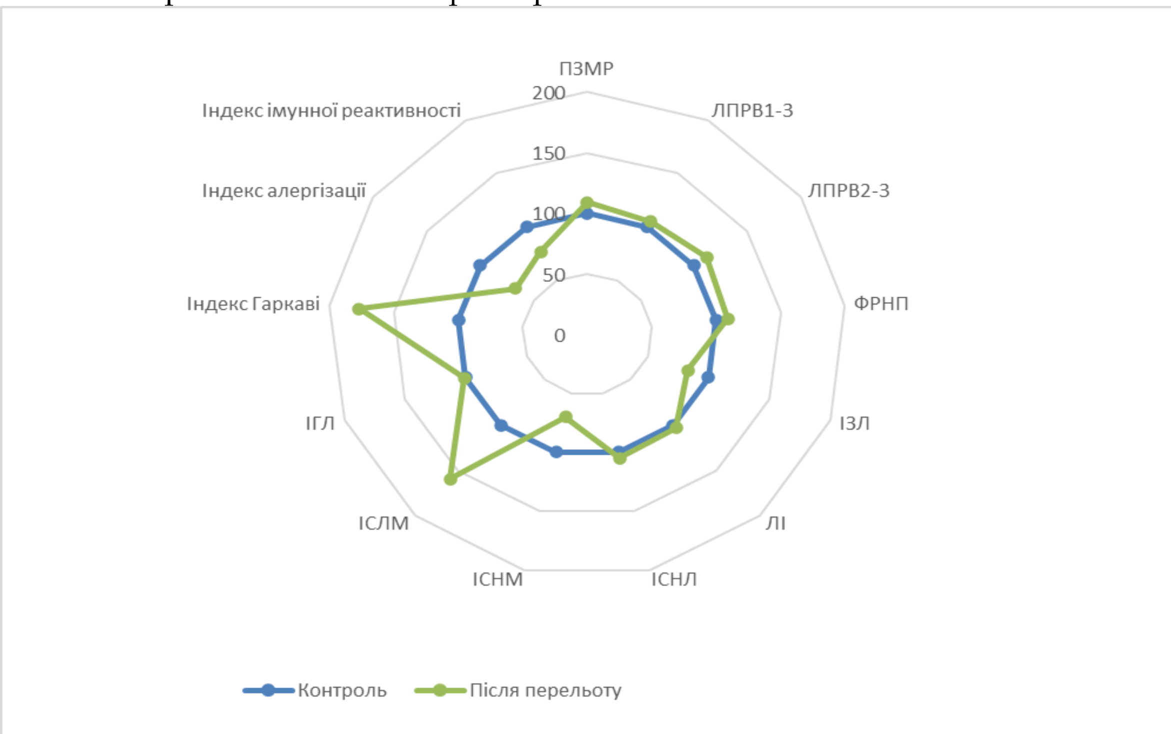

Рис.1 Графічне зображення відносних змін нейродинамічних показників та значень інтегративних гематологічних індексів резистентності організму (за 100 % взято контрольні значення).

Все вище викладене вказує на формування ознак порушень в неспецифічній резистентності організму та не специфічного захисту, що створює підґрунтя для високої вірогідності формування початкових ознак патофізіологічних процесів викликаних різноманітними антигенами.

Таким чином міжконтинентальні подорожі викликають погіршення нейродинамічних функцій організму людини, саме згадані функції забезпечують ефективну обробку інформаційних потоків адресованих до сенсорних систем організму людини, поряд з цим формуються ознаки погіршення неспецифічного проти інфекційного захисту організму. Все викладене вказує на формування термінової адаптації організму до швидкого переміщення на відносно великі відстані за відносно короткий час.

Список використаних джерел

1. Шейко, В., Весельський С. Вплив геохронокліматичних факторів на стан нейродинамічних показників. Наукові записки. Біологічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя), no 3-4, Apr. 2024, pp 34-40, doi:10.31654/2786-8478-2023-BN-3-4-34-40.

2. Шейко В., Кучменко О., Мхітарян Л., Гавій В. Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на показники системного імунітету людини. Наукові записки. Біологічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя), № 3, Nov. 2024, pp 34-44, doi:10.31654/2786-8478-2024-BN-3-34-44.

3. Psychology, medicine and biology: the development of necessary technologies in the field of health care: collective monograph [DOI – 10.46299/ISG.2024.MONO.MED.2] / Tashchuk V., Amelina T., Ivanchuk P., Al Salama M.V.O., Hinhuliak O. – etc. – International Science Group. – Boston : Prim., 2024. – с.276 – Розд.: Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на показники клітинної ланки системного імунітету організму людини. / В. І. Шейко - С. 206-214.

4. Поручинська Т. Ф., Пасичнюк І. Ф., Поручинський А. І. Екологічна фізіологія людини : навч. посіб. Луцьк : ВНУ ім. Лесі Українки. 2021. 272 с.

5. Соболь Є. В., Шейко В. І. Геохронокліматичні фактори та їх можливі наслідки у сучасному суспільстві. Актуальні питання біології та медицини: матеріали Всеукраїнської наукової конференції. Суми, 2017 С.107.

6. Філімонов В. І., Маракушин Д. І., Тарасова К. В. Клінічна фізіологія: підручник. Київ : «Медицина» 2022. 776 с.

7. Соболь Є. В., Шейко В. І. Стан клітинної ланки системного імунітету під впливом геохронокліматичних факторів. Materialy XIV Miedzynarodowej naukowi-praktycznej konferencji, «Aktualne problemy nowoczesnych nauk - 2018», V. 8 Przemyśl: Nauka i studia. P. 97-100.

8. Соболь Є. В., Шейко В. І. Стан показників неспецифічної та клітинної ланок системного імунітету під впливом геохронокліматичних факторів. Міжнародна наукова конференція "Сьогодення біологічної науки" Суми : 2018. С. 43.

9. Шейко В. І., Соболь Є. В. Показники гуморальної ланки системного імунітету під впливом геохронокліматичних факторів. ІІІ Міжнародна науково-практична конференція "Сучасні проблеми природничих наук: теорія, практика, освітні інновації" (2018). С. 113-114.

10. Sobol E. V., Sheiko V. H. The state of cellular link of systemic immunity under influence of geochronoclimatic factors. // Науковий журнал "Вісник проблем біології і медицини", м. Полтава, випуск 4 том 2 (147) 2018 р. С.387-389.

11. Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу wikipedia.org/wiki/Київ wikipedia.org/wiki/Пекін

12. Макаренко М. В., Лизогуб В. С., Кожемяко Т. В., Черненко Н. П. Вікові особливості швидкості обробки інформації у осіб з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів. Фізіол. журн. 2011;57(1):88-93.

13. Макаренко М. В., Панченко В. М. Сенсомоторна реактивність у людей з різними властивостями основних нервових процесів // Вісник нац. ун-ту оборони України. 2012;4(29):188-193.

14. Moderní aspekty vědy Svazek XLVIII / Díl mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. str. 373. – Розд.: Вплив імуностимуляції на сприйняття та обробку інформації адресованої І та ІІ сигнальним системам на фоні набутої короткозорості середнього ступеня. / Стрельцова В. В. – С. 154-173. doi.org/10.52058/48-2024.

15. Вікова фізіологія: Підручник. / за ред. П. Д. Плахтія. Львів: Видавництво «Новий Світ-2000», 2020. – 340 с

16. Клінічна лабораторна діагностика (2021) / Л. Є. Лаповець, Г. Б. Лебедь, О. О. Ястремська та ін.; за ред. Л. Є. Лоповець. 2-е вид. стер. «Медицина», 472с.

17. Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження». [Інтернет]. Документ 990_005, редакція від 01.10.2008. Доступно на: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005. (дата звернення 05.09.2017).

18. Загальна декларація про біоетику та права людини. Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури: відділ етики науки і технології: сектор соціальних і гуманітарних наук [Інтернет]. 2005 жов. 19; 12 с. Доступно на: http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf. (дата звернення 05.09.2017).

CHAPTER 3. INNOVATIVE AND MODERN FOUNDATIONS OF PEDAGOGY AND PSYCHOLOGY

3.1. The Immersive Method in English Language Teaching: the Linguocultural Potential of English Humour

Introduction. Contemporary requirements for foreign language proficiency increasingly foreground not so much formal knowledge of the grammatical system as the ability to participate effectively in a wide range of communicative interactions – from everyday *small talk* to professional and academic discourse. The shift from "knowledge about language" to "language use as a means of social action" is explicitly articulated both in the concept of *communicative competence* and in the notion of *intercultural communicative competence*, which integrates linguistic, pragmatic, and cultural dimensions of communication [7]. However, traditional grammar-translation and audio-lingual teaching methodologies, primarily oriented towards the acquisition of linguistic forms, tend to insufficiently account for learners' cultural and emotional experience. This often results in a decrease in learning motivation, as well as in a specific form of "splitting" between linguistic and communicative competence, whereby formally accurate language use is not accompanied by the ability to adequately interpret implicit meanings, pragmatic nuances, and interlocutors' communicative intentions [18].

One promising way to address this problem is the implementation of an *immersive method* in foreign language teaching, based on the pedagogically controlled modelling of partial immersion in a foreign-language communicative environment. Unlike *immersion bilingual programmes*, which involve the use of the target language as the medium of instruction for most academic subjects, the immersive method is implemented within a single language course and constructs fragments of a communicative environment through the systematic use of authentic media texts, digital resources, and interactive instructional formats [26]. In what follows, the immersive method of foreign language teaching is understood as a particular organisation of the instructional process in which conditions of *partial immersion* are created through the predominance of the target language, the use of authentic media texts, and the modelling of typical communicative situations, without a transition to full immersion education. Such an organisation of classroom interaction makes it possible to approximate instructional communication to the conditions of real-life language use and orients learning not only towards the acquisition of linguistic forms, but also towards the development of communicative expectations, interactional strategies, and skills of interpreting implicit meanings that underlie everyday communication among native speakers [22, p. 64–67].

The present study aims to explore the potential of the immersive method of foreign language teaching in combination with a linguocultural approach to *English humour*, understood as a significant cultural concept and a specific mode of communicative behaviour. Within the linguocultural perspective, humour is interpreted not as a facultative entertainment element, but as a normatively conditioned regulator of communicative behaviour through which value orientations, sociocultural expectations, and typical models of linguistic personality become manifest [1]. An analysis of the possibilities for integrating various forms of English humour – ranging from small poetic genres to media formats such as comedy talk shows and satirical "news" programmes – into the structure of immersive instruction makes it possible to reconceptualise the relationship between normative culture-oriented knowledge and pedagogically organised experience of cultural interpretation. In this way, English humour is treated as a cognitively and culturally rich resource for the development of *comprehensive foreign language communicative competence*, encompassing linguistic, pragmatic, and interpretive-cultural components [13, p. 75–91].

Main Body. In contemporary pedagogical and methodological literature, the terms *immersion education* and *immersive methods (or approaches)* in foreign language teaching are frequently used in similar formulations, despite differing substantially in their theoretical status. The lack of a clear distinction between these concepts results in methodological ambiguity, whereby fundamentally different models of educational organization are described under a single terminological label. For this reason, a consistent conceptual differentiation between these notions is required in order to clearly delimit the analytical framework of the study and to provide an accurate description of the didactic solutions employed.

Immersion education in the strict sense is generally understood as institutionalized bilingual educational programs in which the foreign language functions not as the object of study, but as the language of instruction for the majority – and in some cases all – academic subjects. Such models have been classically developed within the educational systems of Canada and a number of European countries and are oriented toward learners' prolonged participation in a stable foreign-language educational environment [11]. Under immersion education conditions, language is acquired as a universal tool of cognitive and social activity, while the development of linguistic competence occurs through engagement with subject-matter content [12; 25, p. 471–483].

Immersive method of foreign language teaching, by contrast, is implemented within the framework of a single course and does not require any institutional restructuring of the educational system. Its primary aim is the pedagogically controlled modelling of fragments of a foreign-language communicative environment, directed at developing learners' communicative competence under conditions of limited classroom time. In this case the goal is not full language immersion, but the creation of conditions for partial immersion, in which the foreign language functions as the dominant medium of classroom interaction while still allowing for the judicious use of the learners' first language for reflection and methodological support.

The methodological basis of the immersive method is the orientation toward communicative activity as the primary mode of language acquisition. Instruction is structured around typical speech situations correlated with real social and professional contexts, and language material is introduced not in isolation but as part of coherent communicative scenarios. This organization of the educational process fosters the development of the ability to produce spontaneous speech and to interpret context-dependent meanings, which fundamentally distinguishes the immersive method from formally oriented models of language teaching.

A salient characteristic of the immersive method is the systematic use of authentic media texts that represent the living practices of verbal interaction among native speakers. The use of video materials, podcasts and other media formats makes it possible to treat the language not only as an object of acquisition, but also as a component of culturally conditioned communicative behaviour. In this sense, immersion acquires a pronounced sociocultural dimension, going beyond the limits of purely linguistic instruction.

A crucial element of the immersive method is the reflective component, which ensures an analytical understanding of the linguistic and cultural phenomena that arise in the course of classroom communication. Unlike immersion programmes, the immersive method allows for a measured use of the learners' first language to provide conceptual clarification of complex grammatical and linguo-cultural phenomena. This strategy does not weaken the dominance of the foreign language; on the contrary, it helps to prevent the formation of superficial or purely mechanical skills.

Thus, the immersive method of teaching a foreign language may be defined as a way of organising instruction that is oriented towards the integration of linguistic resources, communicative strategies and cultural meanings. It is within this logic that recourse to linguo-cultural concepts – in particular, to English humour – becomes methodologically justified as a structural component of pedagogical immersion, rather than as an optional or purely illustrative element.

From a linguo-cultural and pragmalinguistic perspective, humour is viewed not as a stylistic device or a marginal form of wordplay, but as a culturally significant phenomenon reflecting stable value-based, normative, and communicative orientations of a given speech community. Unlike situational forms of the comic, humour is embedded in collective interpretative patterns and reproduced through typical communicative scenarios, which makes it a representative object of analysis at the intersection of language, culture, and social practice. Through humour, a culture delineates acceptable modes of evaluating social reality, forms of ironic distancing, and the limits of critical expression, while simultaneously regulating what may become an object of ridicule and how such ridicule may be realised [27].

Contemporary theories of the conceptualisation of cultural meanings conceptualise a *concept* as a multidimensional cognitive construct that incorporates conceptual, imagistic, and evaluative components and is entrenched in recurrent communicative practices. In this sense, humour may be regarded as a cultural concept that exists not only as abstract knowledge about what is considered "funny", but also as a set of conventionalised scenarios, prototypical characters, genre patterns, and models of verbal behaviour. A humorous utterance relies on shared background knowledge and expectations on the part of the addressee, and its interpretation requires the recognition of implicit meanings shaped by the cultural context [20].

From the perspective of pragmalinguistics and humour theories, the normative function of humour is of particular interest. Contrary to widespread views of the comic as a domain of arbitrary rule violation, most researchers emphasise that humour operates *within* the system of social norms and reinterprets them rather than abolishing them. Humorous effect is based on a controlled mismatch of expectations, in which deviation from the norm becomes permissible precisely because it is recognised as playful and socially sanctioned [1; 23]. In this way, humour simultaneously performs the functions of social commentary and symbolic tension release, allowing culture to respond flexibly to its own internal contradictions.

Humorous communication is also closely linked to models of linguistic persona and types of communicative behaviour. Humorous utterances are always socially and pragmatically marked: they presuppose not only knowledge of the language, but also the addressee's ability to relate the utterance to a specific context, to recognise irony, latent evaluation, or cultural allusion. In this respect, the ability to understand and produce humour functions as an indicator of one's integration into the given linguistic and cultural community and testifies to a developed level of interpretive and pragmatic competence. Thus, humour may be viewed as a particular type of culturally and pragmatically conditioned communication in which linguistic forms, cognitive structures, and sociocultural norms constitute a stable and coherent whole. It is precisely this complexity that makes humour a methodologically valuable resource for immersive foreign-language teaching–one that is oriented not only toward formal mastery of linguistic means, but also toward developing the ability to interpret culturally marked meanings and to participate in norm-regulated forms of authentic interaction.

Of particular relevance in this context is English humour, which in linguocultural and pragmatic studies is conceptualised as a systematically organised complex of humorous strategies that differs significantly from the comic traditions of other cultures. Many works emphasise that English humour is characterised by a high degree of intellectual subtlety, which presupposes active interpretative engagement on the part of the recipient. The comic effect is typically achieved not through explicit expressiveness or emotional exaggeration but through expectation-violation, layered meaning and contextual ambiguity, all of which require cognitive effort from the interpreter [2].

A central role in English humour is played by linguistic play, especially puns based on homonymy, polysemy, idiom modification and morphological ambiguity. These mechanisms generate semantic displacement while outwardly adhering to linguistic norms, so that the comic effect arises primarily from competing interpretations rather than from overt emotional or physical expressivity. From a pragmatic perspective, the pun functions as a device for simultaneous activation of multiple interpretive scripts, transforming the humorous utterance into a test of the interpreter's linguistic agility and capacity for rapid semantic reconfiguration [23].

Another essential characteristic of English humour is the strong tradition of self-irony and ironic reflection on social, political and national realities. Humorous commentary often targets institutions of power, established social roles and everyday rituals, as well as the very idea of national identity. Importantly, such irony is rarely confrontational or destructively provocative. Instead, it serves as a form of symbolic distancing that allows critique and social tension to be expressed in a culturally sanctioned, socially acceptable manner [5].

A distinctive feature of English humour is its reliance on a broad layer of background sociocultural knowledge, including shared understandings of historical experience, cultural traditions, current politics, media discourse, and popular culture. In the absence of such knowledge, a humorous utterance becomes either unintelligible or reduced to its literal meaning, which, in turn, eliminates the comic effect. In this respect, understanding English humour presupposes an integration of linguistic, cultural, and discursive competence that goes beyond formal mastery of the language as a system [18]. Taken together, these characteristics make English humour a concentrated expression of linguocultural norms and communicative strategies through which a culture reflexively articulates its values and internal contradictions. For this reason, engaging with humorous forms acquires particular methodological significance in foreign-language teaching: it enables a shift from descriptive acquisition of cultural facts to interpretive understanding of the mechanisms through which culture regulates everyday communication and shapes normative expectations of interlocutors.

Alongside the general characteristics of English humour, the diversity of mechanisms of comic effect is of substantial importance, each performing a specific communicative and culturally normative function. From an analytical perspective, these differences should not be viewed as arbitrary genre variations but as stable strategies of humour and semantico-pragmatic mechanisms grounded in the interaction of evaluation, ambiguity, and cognitive incongruity. In linguistic theories of humour, such strategies are described through models of interpretive-scenario switching and oppositions between semantic scripts, which makes it possible to analyse humour as a systematically organised discursive phenomenon [10; 23].

One of the basic forms of English humour is *irony*, which is based on the discrepancy between the literal meaning of an utterance and its implied sense. The ironic effect is achieved through a subtle shift in perspective: the explicitly stated position proves incompatible with the circumstances that are obvious to the interlocutors. English communicative tradition is characterised by restrained, implicit irony closely associated with norms of politeness and indirect evaluative expression; the hearer is expected to *reconstruct* the intended meaning while remaining within the boundaries of overt conversational appropriateness [8].

An essential component of English humour is *self-irony*, directed either at the speaker themselves or at the collective identity of a group. Self-ironic utterances reduce communicative tension, mitigate hierarchical distance, and function as a marker of in-group belonging. Descriptions of British humour emphasise that the stable combination of self-irony, understatement and mild sarcasm forms a kind of “code of belonging”, enabling interlocutors to recognise “their own” through the type of humorous reaction they display [15].

Closely related to irony, yet functionally more pointed, is *sarcasm*, in which the evaluative component is more explicitly foregrounded and is often accompanied by an intentional breach of neutral politeness conventions. In the English context, sarcasm is frequently "encoded" in the form of an outwardly polite utterance, making its recognition dependent on prosody, context and the prior interactional history between speakers. Research indicates that it is precisely the ironic and sarcastic components of British humour that pose the greatest difficulty for speakers of other varieties of English, highlighting their culturally specific nature [8].

A distinct form is *satire*, understood as socially oriented humour aimed at critically reinterpreting political, institutional and media realities. In satirical formats (televised comedy news, political sketches, talk shows), humour performs the function of public reflection: it exposes discrepancies between proclaimed values and real practices, translating criticism into a playful mode. Thus, satirical discourse simultaneously fulfils the need for symbolic protest and maintains the possibility of dialogue while remaining within culturally acceptable boundaries [9].

In studies of English humour, considerable attention is paid to comic effects arising from paradoxical violations of logical and causal relations. In this context, scholars refer to a specific cognitive–pragmatic mechanism based on a clash between the addressee's expectations and an utterance that remains formally well-formed but disrupts habitual interpretative frameworks. Such effects are traditionally described in terms of *nonsense* or *absurd humour* and are viewed as a means of foregrounding the conventionality of "common sense" within communication [9].

Within the British communicative tradition, this mechanism is realized across a range of generic formats of humorous discourse, including minor poetic genres (limericks, comic verses), sketch comedy, and intellectual panel quizzes. In these cases, absurdity does not eliminate meaning; on the contrary, it renders the very process of meaning construction visible. The comic effect emerges through the juxtaposition of a "normal" interpretative expectation with an overtly illogical yet pragmatically motivated utterance. In this way, humour functions as a form of reflection on normative structures of thinking and communication rather than as their simple negation.

A central mechanism of English humour remains language play, most notably in the form of punning based on homonymy, polysemy, phraseological modification, and morphological ambiguity. Within cognitive models of verbal humour, such phenomena are described as the superimposition or competition of multiple semantic scripts within a single utterance. The addressee is compelled to switch between alternative interpretations, which generates the effect of surprise and comic incongruity [1; 3]. A characteristic feature of English humour is the systematic use of these mechanisms not only in media discourse but also in everyday spoken interaction, which significantly enhances their methodological relevance for foreign language teaching.

A separate consideration should be given to the prosodic–pragmatic level of humour realization, which does not constitute an independent form of the comic but significantly affects its interpretation. This level primarily involves the strategy of *deadpan* (or *dry delivery*), characterized by an intentionally neutral, emotionally minimized manner of utterance. In British communicative culture, such delivery is frequently combined with a high degree of irony or sarcasm and functions as a marker of a "restrained" national humour style. The absence of explicit prosodic and non-verbal cues compels the addressee to rely on contextual information and shared background knowledge, thereby increasing the interpretative load of the humorous utterance [8].

Finally, a crucial characteristic of English humour lies in its reliance on an extensive body of sociocultural background knowledge, including shared understandings of historical experience, institutional practices, current political realities, and products of mass culture. Empirical studies of cross-varietal perception of English humour demonstrate that it is precisely the lack of such background knowledge, together with unfamiliarity with implicit forms of ironic evaluation, that constitutes one of the main sources of communicative breakdowns for non-native speakers [8]. In this respect, humour functions as a highly sensitive indicator of an individual's degree of integration into the Anglophone cultural and communicative space.

Taken together, the forms and modes of English humour discussed above constitute a multi-layered system in which semantic ambiguity, evaluative stance, and cultural markedness are closely intertwined. Each mode activates specific interpretative strategies and relies on a particular configuration of linguistic and cultural knowledge. It is precisely this multidimensionality that renders English humour a methodologically valuable culture-oriented teaching resource: working with humorous discourse enables learners not only to acquire cultural facts but also to reconstruct the mechanisms through which Anglophone communities regulate everyday communication and symbolically mark membership within an "in-group" communicative circle [4].

The use of diverse forms of English humour in foreign language education makes it possible to design a system of pedagogical tasks aligned not only with linguistic levels, but also with distinct types of cultural interpretation. Each humour form foregrounds specific cognitive and communicative mechanisms, allowing for their purposeful integration into language-and-culture instruction. Such a typological approach ensures methodological control over the use of humour in the classroom and prevents its reduction to a merely entertaining or motivational element (Table 1).

Table 1.

Modes of Comic Realisation in English Humorous Discourse and Their Didactic Potential

Mode of Comic Realisation	Linguocultural Characteristics	Key Comic Mechanism	Predominant Type of Learning Tasks	Target Competences Developed
Ironic (including self-irony)	Indirect evaluative stance compatible with norms of politeness and restraint	Mismatch between literal meaning and implicit evaluation; shift between interpretative	Tasks aimed at interpreting implicit meaning *(identifying what is actually meant and explaining why it is humorous)*	Pragmatic competence *(recognition of implicit evaluation; interpretation of indirect speech acts within the*

		scripts		*framework of politeness norms)*
Sarcastic	Intensified evaluation permitted within culturally sanctioned ironic discourse	Explicit evaluative tension combined with formally appropriate linguistic expression	Tasks focusing on the analysis of intonation, context, and the speaker's communicative intention; comparison of literal meaning and pragmatic force	Pragmatic–discursive competence *(correlating communicative intention, social distance, and culturally acceptable degrees of criticism)*
Satirical	Socially and institutionally oriented critique, normatively sanctioned within public discourse	Ironic distortion of "serious" (institutional) discourse	Tasks involving comparative analysis of satirical and official discourse *(facts vs. their ironic reframing)*	Sociocultural and discursive competence *(interpretation of politically and culturally marked utterances)*
Absurd–Paradoxical	Culturally permissible violation of logical and causal expectations	Collision of interpretive scripts while maintaining formal linguistic correctness	Analysis of limericks, sketches, and absurd dialogues; identification of violations of "common-sense" logic	Cognitive flexibility; interpretative competence (*ability to work with non-linear logic, paradoxical meaning construction, and script clash)*
Verbal–Playful	Orientation towards linguistic form as the primary source of the comic effect	Pun-based mechanisms: homonymy, polysemy, and phraseological transformation	Work with puns and punchlines; reconstruction of alternative meanings	Linguistic and metalinguistic competence *(mastery of polysemy and heightened awareness of language structure)*

This study proposes a three-stage didactic model for implementing the immersive method in teaching English, based on English humour and integrated into a course module aimed at updating foreign language teaching methodology. The model combines the principles of communicative language teaching – specifically the priority of meaning-oriented and authentic communicative tasks [24] with ideas of language immersion developed in studies of immersion and bilingual education [16; 17]. Unlike general communicative models, the proposed structure is organised around key parameters of the immersive method, such as the dominance of the target language in classroom interaction, reliance on authentic media texts, and the gradual increase in the complexity of interpretative tasks.

The introduction of material based on the specific features of English humour is organised as a guided transition from normative language-and-culture knowledge to a pedagogically constructed communicative "breakdown" that arises when learners encounter authentic forms of humorous discourse, followed by a reflective analysis of the linguistic and cultural mechanisms underlying the comic effect. This approach corresponds to the view that language acquisition occurs through experiences of disrupted expectations and the need for meaning reconstruction in communicative situations approximating real-life interaction [19; 21].

The proposed three-stage model makes it possible to integrate the systematic nature of traditional language-and-culture instruction with the dynamics of the immersive method, in which culturally marked texts are used not to illustrate pre-existing knowledge but as a means of developing learners' interpretative and pragmatic competence. In this sense, humour does not function as an additional thematic component of the course but rather as an instrument of educational experience that requires learners' active involvement in the reconstruction of meanings and cultural codes.

Stage 1: Normative Linguocultural Framework

The first stage of working with materials involving English humour is aimed at building a basic cultural background necessary for the subsequent interpretation of humorous discourse. At this stage, traditional linguocultural materials are employed in order to introduce learners to everyday practices of English-speaking communities and to establish initial communicative expectations, including typical forms of social interaction, the conventions of small talk, accepted topics of everyday conversation, holiday traditions, patterns of media consumption, and other aspects of everyday culture [18]. Without such a background, the interpretation of concrete communicative situations remains fragmented and largely dependent on guesswork rather than informed understanding.

A central place within the normative component is occupied by the examination of sociocultural parameters of British – and more broadly, English-speaking – society, including norms of politeness, acceptable degrees of social distance, and taboo or sensitive topics of communication. These aspects are introduced not as prescriptive rules, but as manifestations of deeper cultural orientations that structure everyday interaction [6]. In this way, learners are enabled to relate surface-level linguistic formulas to underlying norms of respect, privacy, and the maintenance of "face."

The methodological foundation of the normative stage is provided by the conceptual and cultural-semantic approach to key cultural categories developed within research on cross-cultural pragmatics [28]. From this perspective, such categories as *politeness*, *privacy*, *sense of humour*, and *individuality* are treated not as universal psychological traits, but as culturally specific parameters of communicative behaviour. Their functioning is determined by a set of shared sociocultural expectations and is realised through recurrent interactional patterns and typical communicative scenarios of everyday life [6; 18]. The introduction of these concepts makes it possible to present humour not as an isolated phenomenon, but as an element embedded within an integrated system of values and communicative norms.

It is crucial that at this stage no systematic analysis of humorous material is yet undertaken. Humour is merely identified as a culturally salient value of English-speaking societies and a potential regulator of communication, rather than as a central object of analytical focus. This deliberate postponement creates the necessary preconditions for the emergence of an "expectation breakdown" effect at the subsequent stage, an effect that becomes possible precisely because a normative background has been established in advance

Stage 2: Authentic Humorous Discourse as a Source of Cognitive and Communicative Disruptions

At the second stage of the immersion-based instruction, authentic humorous discourse is introduced into the learning process in a way that deliberately disrupts the communicative expectations сформед at the normative linguocultural stage. While at the previous stage learners assimilated typical models of everyday interaction and culturally conditioned parameters of communication, at this stage they encounter situations in which these norms are consciously transformed, ironically reinterpreted, or temporarily suspended for the sake of a humorous effect.

From a methodological perspective, such an organisation of learning materials corresponds to an understanding of the immersive method as a form of *pedagogically guided experience*, in which learners are confronted with non-trivial communicative scenarios that require active interpretation and contextual meaning-making rather than the mechanical application of previously acquired rules [24].

Various forms of English humour functioning in contemporary media and conversational communication are used as core teaching material. A central place among them is occupied by American and British comedy talk shows, including late-night shows, satirical "news" programmes, and panel-based quiz formats with a pronounced humorous component. Such formats create an effect of mediated immersion, as learners are placed in a situation of quasi-presence: they observe the natural pace of speech, the spontaneity of utterances, audience reactions, and the ironic reinterpretation of current social and political events. Researchers of media discourse emphasise that it is precisely in these formats that the gap between the literal form of an utterance and its pragmatic effect becomes most salient, requiring a highly developed ability for contextual interpretation on the part of the recipient [14].

British panel shows and quiz-based comedy formats are characterised by particularly intensive interaction with background knowledge and culturally specific stereotypes, which makes the mechanisms of humour less transparent to unprepared recipients. In such cases, the comic effect often arises not from an explicit joke, but from a discrepancy between an assumed "common-sense" interpretation and an unexpected yet formally well-constructed verbal move. Within theories of verbal humour, such phenomena are described as a clash between competing interpretative scripts, requiring active cognitive switching on the part of the addressee [1; 3].

Alongside media discourse, small poetic forms – most notably limericks and comic couplets – play an important role at this stage. These texts are characterised by a high degree of formal completeness, strict rhythmic and rhyming organisation, and deliberate violations of logical and semantic expectations. In linguistic research, the limerick is commonly treated as a canonical example of absurd humour, in which grammatical well-formedness is combined with illogical or paradoxical content, producing a cognitive “breakdown” effect without undermining the linguistic norm [10]. The compactness of such forms makes them particularly suitable for use in a micro-immersion format, which allows the entire text to be worked through within a single class session – from initial auditory perception to analytical examination and creative reinterpretation.

This layer of materials is complemented by excerpts from stand-up performances and sketch shows, in which the conversational register of speech and the individual stylistic features of the speaker are particularly prominent. In these genres, humour often relies on minimal contextualisation, implicit references and situational irony, which increases interpretative uncertainty for learners and intensifies the experience of communicative mismatch. Research in the pragmatics of humour demonstrates that such uncertainty functions as a key factor in engaging the addressee in active meaning construction rather than passive reception [14].

At this stage, the cognitive-communicative “disruption” manifests itself primarily in the mismatch between the formal linguistic correctness of an utterance and its pragmatic effect. Conventional politeness patterns may be deliberately violated; socially significant and ostensibly “serious” topics – including politics, institutional practices, or issues of identity – become objects of ironic play; and the lexical meaning of words and expressions is transformed through language play and punning. As a result, learners are placed in a situation where a literal understanding of the text proves insufficient, and successful interpretation requires recourse to the cultural attitudes and communicative conventions shared by native speakers.

Thus, at the second stage, authentic humorous discourse functions not as illustrative material but as a key didactic instrument of the immersive method, triggering a controlled cognitive-communicative “disruption.” It is precisely this effect that prepares the transition to the subsequent stage – analytical and reflective processing of experience – where humor becomes an object of conscious linguocultural analysis rather than a matter of spontaneous reaction.

Stage 3: Linguocultural Analysis

The final stage of implementing the immersive method is aimed at translating the acquired communicative experience into the level of conscious interpretation and analytical reflection. Whereas at the previous stage learners engaged with humorous discourse primarily in the mode of perception and experiential involvement in a communicative “expectation mismatch,” at this stage the focus shifts toward reconstructing the linguistic, cultural, and pragmatic mechanisms that generate the comic effect. This transition from experience to reflection corresponds to the understanding of immersive learning as a process in which interactive participation is systematically supported by analytical scaffolding rather than replaced by it.

The central task of the reflexive analysis is the identification and reconstruction of background knowledge without which a humorous utterance loses its interpretative completeness or is perceived exclusively at the literal level. Learners consistently reconstruct the sociocultural, historical, and pragmatic context that enables the “functioning” of the joke, which makes it possible to recognise the dependence of humour on collective experience, shared expectations, and value systems within a given linguistic community [29].

An important focus of this stage is the systematisation of the linguistic mechanisms of humour. At this point, an analytical description is provided of different types of language play and punning – phonetic, lexical, phraseological, and discourse-based – in accordance with existing linguistic models of verbal humour. This shift from intuitive recognition of a joke to its structural analysis contributes to the development of a conscious understanding of how humorous utterances are constructed and enhances learners' ability to operate with semantic ambiguity and context-dependent variability of meaning [1; 3].

A significant component of the reflective stage is the comparative analysis of English humour and the humorous traditions of learners' native culture. Such analysis reveals differences in the choice of socially acceptable targets of laughter, the degree and mode of ironic expression, forms of evaluative commentary, and culturally sanctioned boundaries of the comic. This comparative perspective helps to reduce ethnocentric modes of interpretation and fosters the ability to perceive humour as a culturally conditioned communicative mechanism rather than as a universal form of entertainment [18].

Particular attention is paid to the analysis of communicative roles and speakers' modes of self-positioning in humorous discourse. Learners relate different formats of humorous communication (such as talk shows, stand-up comedy, and panel discussions) to recurrent patterns of verbal behaviour and pragmatic strategies adopted by speakers, including self-irony, demonstrative distancing, ironic status shift, and deliberate provocation. This type of analysis makes it possible to link specific speech practices to broader cultural scenarios of interaction without resorting to the concept of linguistic personality in its normative or typological sense [14].

As a result of the reflexive stage, immersion ceases to be limited to the level of immediate perception of authentic texts and media materials and is transformed into a conscious process of linguocultural analysis. Learners move from an initial emotional response to the comic towards an understanding of its structural and cultural foundations, which ensures the integration of linguistic skills, cultural knowledge, and interpretative competence within foreign language education.

The transition from normative linguocultural material to the analytical appropriation of humorous discourse requires not a set of isolated exercises but a coherent system of tasks aligned with the stages of the immersive method. Within the proposed model, learning tasks are organised according to a functional principle: from the activation of normative communicative expectations, through their deliberate disruption, to subsequent reflection, which ensures the consolidation and transfer of acquired competences to new communicative situations.

Expectation-setting tasks

This type of task performs a preparatory function and is aimed at forming learners' explicit understanding of the "norm" of everyday English-language communication. Its purpose is to identify and stabilise typical communicative scenarios prior to the introduction of humorous material, thereby creating a cognitive foundation for the subsequent effect of communicative "disruption".

As an example, students work with a short normative text describing features of British small talk (such as discussions of the weather, queues, public transport, or everyday inconveniences). After familiarising themselves with the text, learners are presented with a fragment from a comedy talk show in which these communicative clichés are deliberately subjected to ironic re-interpretation. The learning task consists in identifying the violated expectations and explaining how precisely these deviations generate the comic effect.

Interpretive tasks based on short humorous genres

Tasks of this type ensure short-term but intensive immersion in culturally marked material and thus realise the immersive method at the level of working with a complete text. They are oriented not so much toward the "entertainment" value of the joke as toward interpreting the interaction between form and content as a source of comic effect.

The primary material used is the limerick as a short humorous genre characterised by a rigid rhythmic and rhyming structure and deliberately absurd content. Classroom work includes the following stages:

– initial auditory perception of the limerick;

– reconstruction of the text using formal cues (rhyme, rhythm, key lexical items);

– identification of elements of absurdity and violations of "common sense";

– discussion of the behavioural models and evaluative attitudes of Anglophone culture that are being playfully enacted.

At the final stage, a creative task is proposed: students are invited to produce an "anti-limerick" related to a local (for example, Ukrainian or Ukrainian–English) educational context while preserving the genre constraints. This transformation allows learners to consolidate the formal features of the genre while simultaneously initiating intercultural comparison.

Humour deconstruction tasks

This type of task is aimed at developing learners' ability to analyse humour as a form of public reflection and cultural critique. The focus shifts from linguistic form to discursive strategies and underlying value positions.

As instructional material, fragments from satirical "news" programmes may be used, in which real events are presented through irony or parody, such as selected segments from *The Daily Show*, *Last Week Tonight with John Oliver*, or the British programme *Have I Got News For You*. Students identify the factual "skeleton" of the message, reconstruct points of irony, and compare the humorous interpretation with official news coverage. The final stage of the analysis involves discussing the cultural values and anti-values revealed through satirical distortion of facts.

Metalinguistic and intercultural reflection tasks

Tasks of this type are aimed at fostering awareness of the limits of humour translatability and the role of cultural context in the interpretation of the comic. They enable learners to move to a meta-level of analysis and to link language practice with theoretical models of meaning construction.

The work is organised around the translation of humorous utterances using different strategies, including literal translation, adaptive translation, and culturally "reframed" translation. Drawing on established typologies of wordplay, learners systematise translation choices and discuss resulting semantic losses and compensatory mechanisms. As a result, students come to understand humour as a point of intersection between linguistic structure and culturally embedded knowledge.

As source material, a short instance of verbal humour may be selected from a talk show or stand-up performance – for example, a pun based on homonymy or polysemy taken from a host's monologue on *The Tonight Show Starring Jimmy Fallon* or a guest's remark on *The Graham Norton Show*.

Taken together, the proposed types of tasks form a functionally coherent system in which each component corresponds to a specific stage of immersive learning. The activation of normative communicative expectations creates the conditions for a communicative "disruption"; micro-immersive and analytical tasks register and process this disruption, while reflective tasks ensure its conceptual interpretation. In this way, humour is integrated into the educational process not episodically, but as a structural resource for the development of linguocultural and interpretative competence.

The use of English humour as a linguocultural and culture-oriented teaching material demonstrates considerable psychological and pedagogical potential at motivational, cognitive, cultural-identificational, and communicative levels.

From the perspective of motivational dynamics, humorous material contributes to a reduction of communicative anxiety, which is characteristic of foreign language use in classroom settings. Irony, playful reinterpretation of communicative norms and situations, as well as the acceptability of comic "deviation" from standard speech patterns shift the focus from error avoidance to pragmatic and semantic appropriateness of utterances. This effect is particularly important for adolescents and students of non-linguistic specialisations, for whom fear of making mistakes often functions as a stress factor and a barrier to active participation in communication.

At the cognitive level, working with humour activates complex processes of interpretation and analytical reasoning. Puns, irony, and language play require learners to correlate multiple layers of meaning simultaneously, to distinguish between literal and implicit interpretations, and to draw on a broad range of background knowledge. Such activity fosters critical thinking, cognitive flexibility, and the ability to operate with context-dependent and ambiguous information, which corresponds to contemporary views on cross-curricular and meta-disciplinary learning outcomes.

The cultural-identificational potential of humour lies in its capacity to present language not only as a tool for professional or academic communication, but also as a carrier of values and behavioural models specific to a given sociocultural community. The analysis of humorous discourse reveals the interrelation between linguistic forms, cultural attitudes, and modes of social evaluation. At the same time, comparing English humour with learners' native humorous traditions encourages reflection on one's own cultural identity and promotes intercultural sensitivity. In this context, the learner acts not as a passive recipient of cultural information, but as an active interpreter and participant in a dialogue of cultures.

From a communicative standpoint, the use of humorous linguocultural materials creates favourable conditions for the development of spontaneous speech and situational responsiveness. The analysis and modelling of fragments from talk shows, satirical programmes, and comic dialogues require learners to maintain interaction, adapt utterances to communicative contexts, and employ elements of small talk. Compared to traditional dialogic exercises, such forms of work are characterised by a higher degree of variability and a closer approximation to real-life communicative conditions.

Conclusions. The study demonstrates that the use of English humour within an immersive method of teaching English makes it possible to methodologically reconsider the relationship between linguistic, communicative, and linguocultural components of language education. Humorous texts and media materials function in this context not as illustrative or motivational add-ons to the course but as content-rich cultural resources in which grammatical-lexical forms, pragmatic strategies, and culturally shaped communicative expectations are presented in their natural interaction.

A key methodological outcome of the study is the substantiation of a staged model for working with culturally marked material, comprising a normative linguocultural phase, a stage of pedagogically controlled communicative "disruption," and subsequent reflective processing of experience. It is shown that the understanding of humour does not emerge as a spontaneous by-product of language exposure but can be purposefully developed as a result of guided encounters with disrupted interpretive expectations and their systematic analysis.

Of particular importance is the clarification of the status of humour in foreign language education. Within the proposed approach, humour is regarded neither as a universal motivational tool nor as a peripheral element intended to "lighten" the learning process, but rather as a culturally conditioned mode of communicative evaluation and interpretation of reality, realised through humorous discourse. Working with such discourse makes it possible to operationalise difficult-to-formalise components of communicative competence, including the sense of appropriateness, interpretive sensitivity, and the ability to engage in context-dependent pragmatic manoeuvring.

The analysis of forms of English humour has shown that each form activates specific cognitive and pragmatic mechanisms and presupposes a particular range of sociocultural background knowledge. This finding enables the design of a methodologically controlled system of tasks aligned with the stages of the immersive method and oriented towards the development of learners' interpretive and linguocultural competence. Overall, the results confirm that engaging English humour as a linguocultural resource facilitates a shift from the descriptive acquisition of cultural facts to the interpretive mastery of the mechanisms underlying English-language communication.

References

1. Attardo S. Linguistic Theories of Humor. Berlin ; New York : Mouton de Gruyter, 1994. 426 p.

2. Attardo S., Raskin V. Linguistics and Humor theory. In: The Routledge Handbook of Language and Humor / ed. by S. Attardo. London : Routledge, 2017.

3. Attardo S., Raskin V. Script theory revis(it)ed: Joke similarity and joke representation model. Humor: International Journal of Humor Research. 1991. Vol. 4, No. 3–4. P. 293–347.

4. Bell N. Learning about and through humor in the second language classroom. Language Teaching Research. 2009. Vol. 13, no. 3. P. 241–258.

5. Billig M. Laughter and Ridicule: Towards a Social Critique of Humour. London : SAGE Publications Ltd, 2005. DOI: https://doi.org/10.4135/9781446211779.

6. Brown P., Levinson S. Politeness: Some Universals in Language Usage. Cambridge : Cambridge University Press, 1987. 345 p.

7. Byram M. Teaching and Assessing Intercultural Communicative Competence. Clevedon : Multilingual Matters, 1997. 124 p.

8. Chen X., Dewaele J.-M. "We are not amused": The perception of British humour by British and American English L1 users. Language & Communication. 2021. Vol. 79. P. 147–162. DOI: 10.1016/j.langcom.2021.05.002.

9. Chiaro D. The Language of Jokes: Analysing Verbal Humour. London : Routledge, 1992. 142 p.

10. Chiaro D. Translation, Humour and the Media. London : Continuum, 2010. 288 p.

11. Council of Europe. Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment. Companion Volume. Strasbourg, 2020. URL: https://surl.li/nbpftr.

12. Cummins J. Language, Power and Pedagogy: Bilingual Children in the Crossfire. Clevedon : Multilingual Matters, 2000. 309 p.

13. Dema O., Moeller A. Teaching culture in the 21st century language classroom. In: Touch the World: Selected Papers from the 2012 ACTFL Conference. Eau Claire, WI : Crown Prints, 2012. P. 75–91.

14. Dynel M. Irony, Deception and Humour. Berlin : De Gruyter Mouton, 2018. 503 p.

15. Fox K. Watching the English: The Hidden Rules of English Behaviour. London : Hodder & Stoughton, 2014. 592 p.

16. Genesee F. Learning through Two Languages: Studies of Immersion and Bilingual Education. Cambridge, MA : Newbury House, 1987. 213 p.

17. Johnson R. K., Swain M. Immersion Education: International Perspectives. Cambridge : Cambridge University Press, 1997. 311 p.

18. Kramsch C. Language and Culture. Oxford : Oxford University Press, 1998. URL : https://library.ablaikhan.kz/wp-content/uploads/2022/01/Language-and-Culture-Claire-Kramsch.pdf.

19. Krashen S. Second Language Acquisition and Second Language Learning. Oxford : Pergamon Press, 1981. 150 p.

20. Kövecses Z. Language, Mind, and Culture. Oxford : Oxford University Press, 2006. 400 p.

21. Littlewood W. Communicative Language Teaching. Cambridge : Cambridge University Press, 1981. URL : https://koreatesol.org/sites/default/files/pdf/Littlewood%20-%20Teaching%20English%20PDF.pdf.

22. Medin D., Bang M. Culture in the classroom. Phi Delta Kappan. 2013. Vol. 95, no. 4. P. 64–67.

23. Raskin V. Semantic Mechanisms of Humor. Dordrecht : Reidel, 1985. DOI:10.3765/bls.v5i0.2164.

24. Richards J. C. Communicative Language Teaching Today. Cambridge : Cambridge University Press, 2006. 47 p.

25. Swain M. The Output Hypothesis: Theory and Research. In: Handbook of Research in Second Language Teaching and Learning. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum, 2005. P. 471–483.

26. Swain M., Kinnear P., Steinman L. Sociocultural Theory in Second Language Education. Bristol : Multilingual Matters, 2015. 192 p.

27. Wierzbicka A. Understanding Cultures through Their Key Words. Oxford : Oxford University Press, 1997. 317 p.

28. Wierzbicka A. Cross-Cultural Pragmatics: The Semantics of Human Interaction. Berlin ; New York : Mouton de Gruyter, 2003. 502 p.

29. Wierzbicka A. English: Meaning and Culture. Oxford : Oxford University Press, 2003. 352 p.

3.2. Covital Interaction as a Determinant of Safe Educational Space Formation

КОВІТАЛЬНА ВЗАЄМОДІЯ ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ БЕЗПЕЧНОГО ОСВІТНЬОГО ПРОСТОРУ

В умовах сучасних викликів, особливо в контексті воєнного стану в Україні, питання формування безпечного освітнього простору набуває особливої актуальності. Освітнє середовище має бути не лише місцем передачі знань, але й простором, де забезпечується психологічна безпека, підтримка, можливості для особистісного розвитку кожного учасника освітнього процесу [5; 6]. Однак реалії сьогодення – постійні обстріли, евакуації, дистанційне навчання, психологічна травматизація – створюють нові виклики для системи освіти [18]. За таких умов особливої значущості набуває якість міжособистісної взаємодії суб'єктів освітнього простору, яка має бути конструктивною, емпатійною, гуманістично спрямованою.

Концепт ковітальної взаємодії, який останнім часом активно розробляється у вітчизняній психології [4; 9; 21], пропонує новий погляд на міжособистісні стосунки в освітньому середовищі. Ковітальність (від лат. *co* – разом, *vitalis* – життєвий) передбачає спільний життєвий простір, взаємопідтримку, діалогічність, емпатійне ставлення учасників освітнього процесу один до одного [21]. Така взаємодія є ключовим чинником формування безпечного освітнього простору, оскільки створює атмосферу довіри, взаємоповаги, психологічного комфорту, що є критично важливим для ефективного навчання та особистісного розвитку здобувачів освіти.

Проблематика формування безпечного освітнього середовища та психологічної взаємодії в освітньому просторі отримала значну увагу у сучасній вітчизняній та зарубіжній науковій літературі. Аналіз наукових джерел дозволяє виділити кілька взаємопов'язаних напрямів дослідження цієї проблеми.

Фундаментальні основи організації безпечного освітнього середовища закладено у працях, що розглядають як нормативно-правові, так і концептуальні аспекти цієї проблеми. Р.С. Брик [6] здійснює комплексний аналіз концептуальних та нормативно-правових аспектів організації безпечного освітнього середовища в умовах сьогодення, що створює теоретико-методологічну основу для подальших досліджень у цій галузі. Розвиваючи цю проблематику, Т.П. Цюман та Н.І. Бойчук [19] розробили Кодекс безпечного освітнього середовища як методичний інструмент для практичної реалізації ідей психологічної безпеки в освіті, що дозволяє операціоналізувати теоретичні концепти та впровадити їх у практику освітніх закладів.

Специфіку формування безпечного освітнього середовища в умовах воєнного стану досліджують Т.М. Собченко, О.М. Кін, В.В. Ворожбіт-Горбатюк [18], які підкреслюють особливі виклики, що постають перед системою освіти за екстремальних умов. Їхні дослідження логічно доповнюються працею Ю.В. Борця [5], який аналізує ключові аспекти формування психологічно безпечного простору у закладах вищої освіти, зокрема наголошуючи на важливості створення умов для психологічного комфорту та підтримки ментального здоров'я студентів і викладачів.

Важливий внесок у розуміння просторової організації безпечного середовища зроблено у міжнародному дослідженні S. Geister, F.K. Aschenberger, E. Çetinkaya-Yıldız, S. Apaydın [25], які показують роль неформальних освітніх просторів у сприянні соціальній інтеграції та благополуччю студентів у вищій освіті. Ця робота підкреслює, що безпечний освітній простір не обмежується формальними навчальними приміщеннями, а включає різноманітні можливості для конструктивної взаємодії учасників освітнього процесу.

Методологічну основу дослідження взаємодії в освітньому просторі складають праці представників вітчизняної психологічної школи. С.Д. Максименко [12] обґрунтовує генетико-креативний метод психологічного вивчення взаємодії учасників освітнього простору, який передбачає аналіз становлення та розвитку особистості у процесі спільної діяльності та творчої взаємодії з іншими суб'єктами. Цей методологічний підхід створює теоретичну рамку для розуміння динамічної природи освітньої взаємодії.

Розвиваючи цю методологію, С.Д. Максименко та М.В. Папуча [13] аналізують теоретичні проблеми формування свободних дій особистості у навчанні, що дозволяє побачити взаємодію не як механічний процес, а як простір для розвитку суб'єктності та автономії особистості. М.В. Папуча [14] конкретизує ці положення, розглядаючи особливості формування вільних дій у навчанні, підкреслюючи важливість психологічної безпеки для розвитку особистісної свободи та відповідальності.

М.В. Папуча та М.М. Наконечна [15] визначають методологічні орієнтири дослідження інтерсуб'єктної взаємодії в психології, наголошуючи на необхідності визнання суб'єктності всіх учасників освітнього процесу. Це методологічне положення є принципово важливим для розуміння ковітальної взаємодії, яка передбачає рівноправність та взаємність у стосунках. Л.О. Шатирко [20] доповнює цей напрям, аналізуючи ключові аспекти осмислення в парадигмі генетичної психології особливостей взаємодії суб'єктів освітнього простору, що дозволяє побачити взаємодію як процес становлення, який розгортається у часі.

Ціннісно-смислову основу безпечного освітнього простору складають гуманістичні принципи, обґрунтовані у низці досліджень. Г.О. Балл [2] розробляє орієнтири сучасного гуманізму в суспільній, освітній, психологічній сферах, визначаючи фундаментальні цінності, які мають лежати в основі освітньої взаємодії. Продовжуючи цю лінію дослідження, Г.О. Балл [3] аналізує раціогуманістичні засади духовної культури педагогів, підкреслюючи важливість поєднання раціонального та гуманістичного компонентів у професійній діяльності.

Розвиваючи гуманістичний підхід до освітньої взаємодії, В.П. Кутішенко та Б.І. Андрійко [10] розглядають ціннісний підхід до формування сучасних освітніх взаємодій, наголошуючи на тому, що цінності визначають не лише спрямованість діяльності, але й якість міжособистісних стосунків в освітньому просторі. Практичну реалізацію гуманістичних ідей у роботі з педагогами представлено у дослідженні О.В. Шкіренка [22], який пропонує методику розвитку особистісно-професійної складової духовної культури педагогів, що безпосередньо пов'язано із створенням безпечної атмосфери у закладі освіти.

Конкретизуючи поняття ефективної взаємодії в освітньому просторі, О.А. Агарков та Г.М. Буканов [1] досліджують конструктивну психологічну взаємодію у її теоретичному аспекті, визначаючи ознаки та умови продуктивної міжособистісної комунікації. Ця робота створює понятійний апарат для аналізу якості взаємодії в освітньому середовищі.

Важливим доповненням до розуміння умов ефективної взаємодії є дослідження С. Ситніка та О. Чебикіна [16], які вивчають особливості міжособистісної взаємодії психологів з різним рівнем соціального інтелекту. Їхні результати демонструють, що розвиток соціально-емоційних компетентностей є необхідною умовою для ефективної взаємодії в освітньому просторі, що підкреслює важливість цілеспрямованого розвитку цих компетентностей у майбутніх фахівців.

Відносно новий напрям досліджень пов'язаний із концептуалізацією ковітальної взаємодії як специфічної форми міжособистісних стосунків, що виходить за межі функціональної або формальної взаємодії та передбачає глибоку особистісну включеність учасників. Ковітальність це не просто спілкування або співпраця, а більш глибокий рівень взаємодії, де люди не просто обмінюються інформацією чи спільно виконують завдання, але й емоційно підтримують одне одного, проживають спільний досвід, створюють спільні смисли, відчувають себе частиною єдиного цілого.

О. Шаюк [21] розглядає контекстність толерантності в полі ковітальної взаємодії, показуючи, що толерантність у цьому контексті набуває специфічного значення, відмінного від її розуміння у традиційному дискурсі. Традиційно толерантність часто трактується як терпимість, терпіння відмінностей іншого, що може мати пасивний, байдужий відтінок – «я терплю твою інакшість, хоча вона мені не подобається». О. Шаюк [21] аргументує, що у полі ковітальної взаємодії толерантність означає не байдужість чи пасивне терпіння, а активне, зацікавлене ставлення до іншої людини при збереженні власної позиції та цінностей. Це означає, що я не просто терплю твою інакшість, а щиро цікавлюся нею, намагаюся зрозуміти твою перспективу, бачу цінність у різноманітті, визнаю, що саме наші відмінності роблять нашу взаємодію багатшою та продуктивнішою.

Толерантність у ковітальній взаємодії передбачає кілька важливих аспектів. По-перше, це визнання права іншого бути іншим – мати інші переконання, цінності, спосіб життя, ідентичність, не намагаючись змінити його, привести до «правильного» варіанту, яким вважається власний [21]. По-друге, це здатність бачити в іншому не «чужого», «ворога», «загрозу», а партнера, з яким можливий діалог, обмін, взаємозбагачення. По-третє, толерантність у ковітальній взаємодії не означає відмови від власних цінностей та переконань заради гармонії – навпаки, вона передбачає здатність відстоювати свою позицію, але робити це поважно, без агресії, визнаючи право іншого не погоджуватися. По-четверте, толерантність у ковітальній взаємодії є активною – вона проявляється не лише у відсутності дискримінації чи ворожості, але й у конкретних діях підтримки, захисту прав тих, хто належить до меншин чи вразливих груп [21].

Це розуміння толерантності є принципово важливим для створення безпечного освітнього простору, де поважається різноманітність. У сучасному закладі вищої освіти навчаються студенти різних етнічних, культурних, релігійних, соціальних груп; студенти з різною сексуальною орієнтацією та гендерною ідентичністю; студенти з інвалідністю; студенти-іноземці. Безпечне освітнє середовище – це таке, де кожен студент, незалежно від своєї ідентичності чи характеристик, відчуває себе прийнятим, цінним членом спільноти, має рівні можливості для розвитку. Формування такого середовища вимагає не просто декларації принципу толерантності, але й цілеспрямованої роботи з розвитку активної, зацікавленої толерантності у студентів та викладачів через освітні програми, які включають знайомство з різними культурами, обговорення питань різноманітності та дискримінації, практики міжкультурного діалогу, рефлексію власних стереотипів та упереджень [21].

Важливим є також створення інституційних механізмів захисту від дискримінації: чіткі процедури реагування на випадки дискримінації, омбудсмен або уповноважений з прав людини, освітні кампанії проти стереотипів та ксенофобії. Толерантність у ковітальній взаємодії є не лише індивідуальною чеснотою окремих людей, але й характеристикою організаційної культури, яка має підтримуватися на всіх рівнях: від ціннісних декларацій в стратегічних документах до конкретних практик взаємодії у аудиторіях, коридорах, гуртожитках. Освітній простір, де панує ковітальна толерантність, – це простір, де різноманітність не просто терпиться, а цінується як ресурс для взаємного навчання, де діалог різних поглядів є нормою, а не загрозою, де кожен може бути автентичним, не боячись осуду чи відторгнення (ізоляції).

Д. Кузьминська [9] досліджує креативність особистості здобувача вищої освіти як джерело психоекзистенційної вітальності, розкриваючи ще один важливий аспект ковітальної взаємодії. Психоекзистенційна вітальність – це життєва сила, енергія, що дозволяє особистості не просто функціонувати, виконувати необхідні завдання, але й відчувати повноту життя, сенс існування, радість від процесу діяльності. Д. Кузьминська [9] аргументує, що креативність – здатність створювати щось нове, оригінальне, цінне – є одним із ключових джерел такої вітальності. Коли людина творить, вона відчуває себе живою у найповнішому сенсі, переживає стан потоку, самоактуалізації, реалізації свого потенціалу.

Дослідниця показує, що ковітальна взаємодія створює сприятливі умови для розкриття креативного потенціалу особистості через кілька механізмів [9]. По-перше, ковітальна взаємодія передбачає атмосферу психологічної безпеки, де людина не боїться висловлювати незвичайні ідеї, експериментувати, робити помилки. Психологічна безпека є критично важливою для креативності, оскільки творчий процес завжди пов'язаний з ризиком – ризиком помилитися, бути не зрозумілим, зазнати критики. Якщо людина боїться негативної оцінки, осуду, приниження, вона буде уникати ризиків, обирати безпечні, шаблонні рішення, що вбиває креативність. Натомість, в атмосфері психологічної безпеки, де помилки сприймаються як природна частина навчання, а не як привід для осуду, людина може дозволити собі творити, пробувати нове, виходити за межі звичного [9].

По-друге, ковітальна взаємодія передбачає підтримку з боку інших учасників – не лише емоційну підтримку, але й конструктивний зворотний зв'язок, який допомагає розвивати ідеї, бачити нові можливості, долати труднощі [9]. Креативність рідко є суто індивідуальним процесом – частіше вона народжується у взаємодії, коли люди обмінюються ідеями, надихають одне одного, спільно шукають рішення. Ковітальна взаємодія створює простір для такої творчої співпраці, де кожен вносить свій унікальний вклад, а результат є більшим, ніж сума індивідуальних зусиль. По-третє, ковітальна взаємодія характеризується відкритістю до нового – готовністю розглядати незвичайні ідеї, експериментувати з новими підходами, не застрягати у звичних схемах [9]. Така відкритість є необхідною умовою для інновацій, оскільки нове завжди спочатку виглядає дивним, незрозумілим, ризикованим, і потрібна культура, яка цінує новизну, щоб дати новим ідеям шанс на реалізацію.

У контексті вищої освіти розвиток креативності студентів є однією з ключових цілей, оскільки сучасний світ вимагає від фахівців не просто знань та вмінь, але й здатності творчо вирішувати проблеми, генерувати нові ідеї, створювати інновації [9]. Проте традиційна освітня система часто гальмує креативність через акцент на засвоєнні готових знань, стандартизованому оцінюванні, дисципліні та контролі, що створює атмосферу, несприятливу для творчості. Формування безпечного освітнього простору через розвиток ковітальної взаємодії створює умови для розквіту креативності: коли студенти відчувають психологічну безпеку, підтримку, відкритість до нового, вони можуть розкрити свій творчий потенціал, експериментувати з ідеями, знаходити оригінальні рішення. Це, в свою чергу, збагачує їхню психоекзистенційну вітальність – вони відчувають, що навчання є не нудним обов'язком, а захоплюючим процесом відкриття, творення, самореалізації [9].

Практично це означає, що викладачі мають створювати на заняттях атмосферу, сприятливу для креативності: заохочувати студентів до висловлювання незвичайних ідей, використовувати методи, які стимулюють творче мислення (мозковий штурм, дизайн-мислення, проєктне навчання), давати завдання відкритого типу, де можливі різні правильні відповіді, оцінювати не лише результат, але й процес творчого пошуку, створювати можливості для міждисциплінарного синтезу, де народжуються найбільш інноваційні ідеї. Освітній простір, який підтримує креативність через ковітальну взаємодію, – це простір, де студенти не просто засвоюють чужі знання, але й створюють власне розуміння, генерують нові ідеї, відчувають себе творцями, а не лише споживачами знань, що є джерелом глибокого задоволення та сенсу [9].

Ж. Богдан [4] аналізує комунікативну гнучкість як компонент soft skills майбутніх фахівців у контексті психосоціальної ковітальної взаємодії, підкреслюючи практичну значущість розвитку цієї компетентності для професійної діяльності в умовах мультикультурних та міждисциплінарних взаємодій. Комунікативна гнучкість визначається як здатність адаптувати свій стиль спілкування залежно від ситуації, характеристик співрозмовника, контексту взаємодії, цілей комунікації [4]. Це означає, що людина з високою комунікативною гнучкістю може спілкуватися ефективно з різними людьми (різного віку, статусу, культури, темпераменту), у різних ситуаціях (формальних та неформальних, конфліктних та кооперативних, звичайних та кризових), використовуючи різні комунікативні стратегії (асертивну, емпатійну, переконуючу, медіаційну) залежно від того, що є найбільш адекватним у конкретній ситуації.

Комунікативна гнучкість протистоїть комунікативній ригідності – схильності використовувати одні й ті ж стратегії спілкування незалежно від ситуації, нездатності адаптуватися до особливостей партнера чи контексту [4]. Людина з низькою комунікативною гнучкістю може бути ефективною у певних типах взаємодії (наприклад, формальних ділових переговорах), але стикатися з труднощами в інших (наприклад, у емоційно напружених ситуаціях, де потрібна емпатія та підтримка). У сучасному світі, що характеризується високим рівнем різноманітності, швидкими змінами, необхідністю взаємодіяти з людьми різних культур та професійних сфер, комунікативна гнучкість стає ключовою компетентністю для успішної професійної та особистої реалізації.

Ж. Богдан [4] підкреслює, що у контексті ковітальної взаємодії комунікативна гнучкість набуває специфічного значення. Якщо у функціональній взаємодії комунікативна гнучкість може розглядатися інструментально – як засіб досягнення комунікативних цілей (переконати, отримати інформацію, вирішити завдання), то у ковітальній взаємодії вона є проявом глибокої поваги до іншого, бажання встановити справжній контакт, здатності «налаштуватися на хвилю» партнера, зрозуміти його мову, спосіб мислення, емоційний стан [4]. Комунікативна гнучкість у ковітальній взаємодії означає готовність вийти за межі власної комфортної зони спілкування, зробити зусилля для розуміння іншого, знайти спосіб комунікації, який буде комфортним та ефективним для обох сторін.

У контексті вищої освіти комунікативна гнучкість є важливою компетентністю як для викладачів, так і для студентів [4]. Викладач з високою комунікативною гнучкістю здатен адаптувати свій стиль викладання до різних аудиторій: якщо група активна та ініціативна, він може використовувати більш діалогічний, дискусійний формат; якщо студенти пасивні або тривожні, він може застосовувати більш структурований, підтримуючий підхід; якщо в групі є студенти з різних культур, він враховує культурні особливості комунікації (наприклад, в деяких культурах прямий зоровий контакт може сприйматися як неповага, а в інших – як ознака щирості); якщо є студенти з особливими освітніми потребами, він адаптує способи подання інформації та оцінювання. Така комунікативна гнучкість викладача створює атмосферу інклюзивності, де кожен студент відчуває, що його особливості враховуються, що робить освітній простір безпечнішим та комфортнішим.

Для студентів комунікативна гнучкість є важливою компетентністю, яка готує їх до професійної діяльності у глобалізованому світі [4]. Сучасні фахівці часто працюють у мультикультурних командах, взаємодіють з клієнтами та партнерами з різних країн та культур, беруть участь у міждисциплінарних проєктах, де потрібно знаходити спільну мову з представниками інших професійних сфер, які мають інший тезаурус, інші способи мислення, інші пріоритети. Комунікативна гнучкість дозволяє ефективно функціонувати у такому різноманітному середовищі, будувати продуктивні робочі стосунки, уникати непорозумінь та конфліктів, які часто виникають через культурні або професійні відмінності у комунікативних стилях.

Розвиток комунікативної гнучкості має бути інтегрований у освітній процес через різноманітні методи [4]. По-перше, це створення можливостей для взаємодії з різноманітними партнерами: міжнародні обміни, спільні проєкти з іноземними університетами, міждисциплінарні курси, де студенти різних спеціальностей працюють разом. По-друге, це рефлексивні практики, коли студенти аналізують власний комунікативний стиль, виявляють його сильні сторони та обмеження, усвідомлюють автоматичні патерни поведінки, які можуть бути неефективними у певних ситуаціях. По-третє, це тренінги комунікативних навичок, де студенти практикують різні стратегії спілкування через рольові ігри, симуляції, кейси, отримують зворотний зв'язок від викладачів та однокурсників про ефективність різних підходів. По-четверте, це моделювання комунікативної гнучкості самими викладачами, які демонструють у своїй взаємодії зі студентами здатність адаптуватися, бути чутливими до контексту, використовувати різні комунікативні стратегії [4].

Освітній простір, де цінується та розвивається комунікативна гнучкість як компонент ковітальної взаємодії, – це простір, де люди не очікують, що всі будуть спілкуватися однаково, де різноманітність комунікативних стилів сприймається як норма, де люди готові робити зусилля для взаєморозуміння, де непорозуміння розглядаються не як провина когось із учасників, а як природна частина міжкультурної чи міждисциплінарної взаємодії, яка може бути подолана через діалог, рефлексію, взаємну адаптацію [4]. Така культура комунікації є основою для справді інклюзивного освітнього середовища, де кожен може бути почутим та зрозумілим незалежно від своїх комунікативних особливостей.

Інтегруючи три аспекти ковітальної взаємодії, досліджені у працях О. Шаюк [21], Д. Кузьминської [9] та Ж. Богдан [4], можна побачити багатовимірність цього феномену. Ковітальна взаємодія – це не один параметр, а комплекс взаємопов'язаних характеристик: активна, зацікавлена толерантність до різноманітності; атмосфера психологічної безпеки та підтримки, що дозволяє розкривати креативний потенціал; комунікативна гнучкість, що забезпечує ефективну взаємодію у різноманітних контекстах. Ці три аспекти взаємно підсилюють одне одного: толерантність створює безпеку для вираження різноманітності, що стимулює креативність; креативність породжує нові ідеї та підходи, включаючи нові способи комунікації; комунікативна гнучкість дозволяє ефективно взаємодіяти з різними людьми, що підтримує толерантність та включеність.

Формування безпечного освітнього простору через розвиток ковітальної взаємодії вимагає роботи з усіма цими аспектами одночасно, оскільки вони є взаємозалежними та створюють синергетичний ефект. Освітній простір, де присутня лише толерантність, але відсутня психологічна безпека для креативності, буде комфортним для співіснування різноманітності, але не стимулюватиме розвиток та інновації. Освітній простір, де заохочується креативність, але відсутня толерантність, ризикує стати конкурентним та виключаючим, де лише певні типи креативності визнаються як цінні. Освітній простір, де розвинена комунікативна гнучкість, але відсутні глибинні цінності толерантності та підтримки, ризикує стати маніпулятивним, де гнучкість використовується інструментально, а не як прояв справжньої поваги до іншого.

Таким чином, специфіка ковітальної взаємодії в освітньому просторі полягає у її цілісності, багатовимірності, орієнтації на глибинні цінності гуманізму та взаємопідтримки [2]. Ковітальна взаємодія не може бути зведена до окремих технік чи навичок – вона є способом буття разом, культурою стосунків, яка формується через послідовні зусилля всіх учасників освітнього процесу та підтримується організаційними структурами, процедурами, символічними практиками закладу освіти. Формування такої культури ковітальної взаємодії є стратегічним завданням для закладів вищої освіти, які прагнуть створити справді безпечне, інклюзивне, розвивальне середовище для навчання та особистісного зростання своїх студентів та викладачів.

В умовах воєнного стану, який характеризується високою невизначеністю, мінливістю, непередбачуваністю, особливої ваги набувають психологічні ресурси особистості, які підтримують не лише індивідуальне функціонування, але й здатність до продуктивної взаємодії з іншими. Серед таких ресурсів провідне місце займають резильєнтність (життєстійкість, здатність долати труднощі, відновлюватися після стресу) та готовність до змін (гнучкість, адаптивність, відкритість до нового) [7; 17; 24]. Ці конструкти не є взаємозамінними, але є взаємодоповнюючими: резильєнтність дозволяє витримувати удари долі, зберігати психологічну цілісність у складних обставинах, а готовність до змін дозволяє не лише витримувати, але й адаптуватися, знаходити нові шляхи, перебудовувати плани відповідно до нових реалій.

О.Є. Іванашко та Л.О. Сіпко [17] досліджують поліваріантність факторів особистісної резильєнтності та її вплив на академічну успішність учасників освітнього процесу, що робить їхню роботу особливо релевантною для розуміння того, як психологічні ресурси пов'язані з освітніми результатами. Дослідники виходять з розуміння резильєнтності як багатофакторного конструкту, що формується під впливом різноманітних чинників – як внутрішніх (особистісних характеристик), так і зовнішніх (характеристик середовища, соціальної підтримки). Це розуміння протистоїть спрощеному трактуванню резильєнтності як вродженої риси, якою людина або володіє, або не володіє. Натомість, поліваріантний підхід підкреслює, що резильєнтність може розвиватися та підтримуватися через цілеспрямовані втручання на рівні як особистості, так і середовища [17].

Серед внутрішніх факторів резильєнтності дослідники виділяють кілька ключових [17]. По-перше, це оптимізм – схильність бачити світ у позитивному світлі, очікувати сприятливих результатів, інтерпретувати події конструктивно. Оптимістичні люди схильні пояснювати негативні події зовнішніми, тимчасовими, специфічними причинами («не склалося сьогодні, але завтра буде краще»), тоді як песимісти схильні до внутрішніх, стабільних, глобальних атрибуцій («я невдаха, у мене ніколи нічого не виходить»). Оптимізм підтримує мотивацію долати труднощі, оскільки людина вірить, що зусилля матимуть результат. По-друге, це самоефективність – віра у власну здатність впоратися з викликами, досягти поставлених цілей. Самоефективність формується через досвід успішного подолання труднощів, спостереження за іншими, які справляються з подібними викликами, вербальне переконання з боку значущих інших, інтерпретацію фізіологічних станів [17].

По-третє, це життєстійкість – установка на активне долання труднощів, сприйняття стресових ситуацій як викликів, які стимулюють розвиток, а не загроз, які паралізують. Життєстійкість включає три компоненти: залученість (готовність активно діяти, а не уникати), контроль (віра у можливість впливати на ситуацію) та прийняття ризику (готовність діяти навіть в умовах невизначеності, сприйняття змін як можливостей). По-четверте, це здатність до саморегуляції – вміння управляти своїми емоціями, думками, поведінкою відповідно до цілей та вимог ситуації [17]. Саморегуляція включає усвідомлення своїх емоційних станів, використання стратегій їх регуляції (когнітивна переоцінка, відволікання, релаксація), здатність зберігати концентрацію на цілях навіть за наявності відволікаючих факторів або емоційного дискомфорту.

Серед зовнішніх факторів резильєнтності ключову роль відіграє соціальна підтримка – наявність людей, які емоційно підтримують, надають практичну допомогу, діляться інформацією, забезпечують почуття приналежності до спільноти [17]. Соціальна підтримка є одним із найсильніших буферів стресу: люди, які мають міцну соціальну мережу, краще справляються з травматичними подіями, рідше страждають на посттравматичний стресовий розлад, швидше відновлюються після втрат. Важливим зовнішнім фактором є також якість освітнього середовища – чи є воно підтримуючим, справедливим, передбачуваним, чи забезпечує можливості для успіху, чи визнає зусилля та прогрес, а не лише результати [17]. Освітнє середовище, яке характеризується надмірною конкуренцією, несправедливим оцінюванням, відсутністю підтримки, може виснажувати психологічні ресурси навіть дуже стійких студентів. Натомість, підтримуюче освітнє середовище може компенсувати недоліки внутрішніх ресурсів, допомагаючи студентам розвивати резильєнтність через позитивний досвід подолання труднощів за підтримки викладачів та однокурсників.

Сіпко Л.О. та Іванашко О.Є. [17] виявили, що студенти з високим рівнем резильєнтності демонструють кращу академічну успішність навіть за складних життєвих обставин, що підтверджує гіпотезу про те, що резильєнтність є важливим предиктором навчальних досягнень, особливо в стресогенних умовах. Це має важливі практичні імплікації: якщо ми хочемо підвищити академічну успішність студентів, особливо тих, хто стикається з численними викликами (матеріальні труднощі, сімейні проблеми, травматичний досвід, дискримінація), важливо не лише покращувати їхні академічні навички, але й розвивати психологічні ресурси резильєнтності. Це може відбуватися через психоедукацію (навчання стратегіям управління стресом, когнітивної реструктуризації), психологічне консультування, групи підтримки, менторство, а також через створення підтримуючого освітнього середовища, що і пов’язує це дослідження з темою формування безпечного освітнього простору [17].

Ковітальна взаємодія в освітньому просторі може бути розглянута як важливий зовнішній фактор, що сприяє розвитку резильєнтності студентів та викладачів. Коли викладачі та однокурсники надають емоційну підтримку, визнають зусилля та прогрес, а не лише кінцеві результати, створюють атмосферу, де можна ділитися труднощами без страху бути засудженим, допомагають знаходити ресурси для подолання викликів – все це підтримує розвиток внутрішніх компонентів резильєнтності (оптимізму, самоефективності, життєстійкості) через позитивний досвід успішного подолання труднощів за підтримки спільноти [17]. Таким чином, формування культури ковітальної взаємодії є не лише самоціллю, але й засобом розвитку психологічних ресурсів особистості, які необхідні для успішного функціонування у складних умовах сьогодення.

Розширюючи розуміння психологічних ресурсів в умовах викликів, Virna Zhanna, Ivanashko Oksana, Lysenko Svitlana [24] досліджують ціннісні координати резильєнтності студентів під час воєнного стану в Україні, показуючи, що резильєнтність пов'язана не лише з когнітивними та поведінковими стратегіями, але й з ціннісними орієнтаціями особистості. Дослідники виходять з положення, що цінності є тим, що надає сенсу життю, направляє вибори та дії, підтримує мотивацію навіть у найскладніших обставинах. Люди, які мають чітку систему цінностей, розуміють, заради чого вони живуть, що для них є найважливішим, легше справляються зі стресом, оскільки навіть у хаосі та руйнуванні вони можуть знайти точки опори, сенсові орієнтири [24].

Дослідження було проведене під час повномасштабного вторгнення росії в Україну, коли студенти стикалися з екстремальними стресорами: загроза життю, втрата близьких, руйнування домівок, вимушене переміщення, переривання звичного способу життя, невизначеність майбутнього [24]. За таких умов питання цінностей набуває особливої гостроти: що залишається важливим, коли руйнується все звичне? Що дає сили продовжувати, коли здається, що все втрачено? Дослідники виявили, що студенти з високою резильєнтністю характеризувалися певними ціннісними пріоритетами, які підтримували їхню здатність справлятися з травматичним досвідом [24].

По-перше, це цінність життя – глибоке усвідомлення цінності кожного дня, кожної миті існування, вдячність за те, що залишився живим, коли інші загинули. Ця цінність може здаватися самоочевидною, але травматичний досвід часто загострює усвідомлення крихкості та цінності життя, що може стати джерелом сили: якщо я вижив, я маю жити повноцінно, реалізовувати свій потенціал, робити щось значуще [24]. По-друге, це цінність родини та близьких стосунків – усвідомлення, що найважливіше – це люди, з якими ми пов'язані, турбота про яких дає сенс існуванню. У кризових ситуаціях часто відбувається переоцінка пріоритетів: те, що раніше здавалося важливим (матеріальні блага, кар'єрні досягнення, статус), відходить на другий план, а на перший виходять стосунки, любов, турбота про близьких [24].

По-третє, це цінність свободи – як особистої (можливість робити вибори, жити відповідно до своїх переконань), так і колективної (незалежність країни, право нації на самовизначення). Для українських студентів під час війни цінність свободи набула особливої актуальності: багато хто усвідомив, що свобода не є само собою зрозумілою, що за неї треба боротися, що вона коштує дорого, але без неї життя втрачає сенс [24]. По-четверте, це цінність солідарності – відчуття єдності з іншими, готовність підтримувати та отримувати підтримку, усвідомлення, що ми не самотні у своїх випробуваннях. Солідарність проявлялася у численних актах взаємодопомоги: волонтерстві, підтримці армії, допомозі переселенцям, емоційній підтримці одне одного. Студенти, які активно включалися у практики солідарності, демонстрували вищу резильєнтність, оскільки дія заради інших давала відчуття контролю, сенсу, приналежності до спільноти [24].

По-п'яте, це цінність патріотизму – любові до своєї країни, готовності захищати її, гордості за приналежність до української нації. Патріотизм у цьому контексті не є агресивним націоналізмом, а глибоким емоційним зв'язком з культурою, історією, землею, людьми України, готовністю вносити свій вклад у її майбутнє [24]. Для багатьох студентів патріотичні цінності стали джерелом сенсу у важкі часи: продовження навчання, професійний розвиток розглядалися не лише як особисті досягнення, але й як внесок у майбутнє країни, як спосіб боротьби через розбудову, а не руйнування.

Virna Zhanna, Ivanashko Oksana, Lysenko Svitlana [24] показують, що ці цінності не просто корелюють з резильєнтністю, але й активно підтримують її через кілька механізмів. По-перше, цінності надають сенсу страждань: коли людина розуміє, заради чого вона терпить труднощі, вони стають більш терпимими. Віктор Франкл, переживши концтабір, писав, що людина може витримати будь-яке «як», якщо має «навіщо» – сенс, заради якого варто терпіти. По-друге, цінності направляють дії: коли людина знає, що для неї найважливіше, вона може приймати рішення навіть в умовах невизначеності, орієнтуючись на свої цінності як на компас. По-третє, цінності підтримують ідентичність: коли руйнується зовнішнє (дім, робота, звичний спосіб життя), цінності залишаються як ядро ідентичності, як те, що визначає «хто я є» незалежно від зовнішніх обставин [24].

Ковітальна взаємодія в освітньому просторі може сприяти формуванню та підтримці ціннісних орієнтацій через кілька механізмів. По-перше, через діалог – можливість обговорювати ціннісні питання, ділитися своїми переконаннями, чути різні позиції, що допомагає прояснювати та усвідомлювати власні цінності [24]. По-друге, через обмін досвідом – коли люди діляться своїми історіями подолання труднощів, розповідають, що допомагало їм зберігати сенс та мотивацію, це може надихати інших, допомагати знаходити опори у власній системі цінностей. По-третє, через спільні рефлексії над подіями – коли спільнота разом осмислює те, що відбувається, шукає відповіді на екзистенційні питання (чому це сталося? як жити далі? що найважливіше?), це створює простір для глибинної роботи зі сенсами та цінностями, що є важливим ресурсом резильєнтності [24].

Освітній простір, який підтримує ціннісну рефлексію через ковітальну взаємодію, – це простір, де обговорюються не лише академічні питання, але й питання сенсу, призначення, відповідальності; де викладачі не бояться торкатися екзистенційних тем, навіть якщо вони виходять за межі формальної програми; де студенти мають можливість осмислювати свій досвід, інтегрувати травматичні події у свою життєву історію, знаходити в них сенс; де цінності не нав'язуються, але і не ігноруються, а є предметом щирого діалогу. Такий освітній простір підтримує не лише когнітивний розвиток студентів, але й їхнє екзистенційне зростання, що є особливо важливим в умовах глибоких суспільних криз [24].

Ж.П. Вірна та О.Є. Іванашко [7] досліджують готовність до змін як проспективний конструкт подолання кар'єрного хаосу студентської молоді під час війни в Україні, додаючи ще один важливий вимір до розуміння психологічних ресурсів в умовах невизначеності. Якщо резильєнтність більше фокусується на здатності витримувати, відновлюватися після ударів, зберігати цілісність у хаосі, то готовність до змін фокусується на здатності адаптуватися, перебудовувати плани, знаходити нові шляхи, коли старі стають неможливими. Ці два конструкти є взаємодоповнюючими: резильєнтність без готовності до змін може вести до ригідного опору, коли людина витримує удари, але не адаптується до нової реальності, що врешті-решт може призвести до виснаження; готовність до змін без резильєнтності може вести до хаотичних метань, коли людина постійно змінює плани, але не має достатньо внутрішньої стійкості для їх реалізації [7].

Війна створює ситуацію кар'єрного хаосу для студентської молоді – руйнуються плани, змінюються пріоритети, зникають можливості, які раніше здавалися доступними, з'являються нові виклики та обмеження [7]. Студенти, які планували навчатися за кордоном, можуть бути змушені залишитися; ті, хто планував працювати у певній галузі, виявляють, що ця галузь зруйнована або неактуальна у нових умовах; ті, хто мав чіткі кар'єрні траєкторії, стикаються з тим, що майбутнє стало непередбачуваним. У такій ситуації готовність до змін стає критично важливим ресурсом, який дозволяє не застрягнути у горі за втраченими можливостями, а активно шукати нові шляхи, переглядати плани, адаптуватися до нової реальності [7].

Ж.П. Вірна та О.Є. Іванашко [7] визначають готовність до змін як комплексний конструкт, що включає кілька компонентів. По-перше, це психологічна гнучкість – здатність змінювати свої думки, плани, поведінку відповідно до нових обставин, не застрягаючи у ригідних патернах. Психологічна гнучкість протистоїть когнітивній ригідності, коли людина не може відмовитися від своїх початкових планів навіть тоді, коли вони стали нереалістичними, продовжує діяти за старими схемами навіть тоді, коли вони більше не працюють. По-друге, це здатність адаптуватися до нових умов – швидко орієнтуватися у змінених обставинах, знаходити ресурси та можливості у новій ситуації, освоювати нові навички та ролі, які раніше не були актуальними [7]. По-третє, це здатність переглядати плани – не як ознака слабкості чи невизначеності, а як прояв зрілості та реалістичності. Перегляд планів не означає відмови від цілей, але передбачає пошук альтернативних шляхів їх досягнення або переформулювання цілей відповідно до нових можливостей та обмежень [7]. По-четверте, це здатність знаходити альтернативні шляхи досягнення цілей – креативність у пошуку рішень, готовність експериментувати з новими підходами, розглядати можливості, які раніше не розглядалися. По-п'яте, це відкритість до нового – готовність розглядати нові можливості, вчитися новому, виходити за межі звичної зони комфорту, сприймати зміни не лише як загрозу, але й як можливість для зростання [7].

Дослідники показують, що готовність до змін є проспективним конструктом – тобто таким, що спрямований у майбутнє, дозволяє не застрягати у минулому чи теперішньому, а активно будувати майбутнє навіть в умовах невизначеності [7]. Студенти з високою готовністю до змін краще справляються з кар'єрним хаосом: вони не впадають у безпорадність чи відчай через руйнування планів, а активно шукають нові можливості, переглядають свої кар'єрні траєкторії, освоюють нові компетентності, які можуть бути затребувані у післявоєнній Україні. Така проактивна позиція підтримує не лише їхнє професійне майбутнє, але й ментальне здоров'я у теперішньому, оскільки відчуття контролю над своїм життям, здатність діяти, а не лише реагувати, є важливим захисним фактором проти депресії та безпорадності [7].

Ковітальна взаємодія в освітньому просторі може підтримувати розвиток готовності до змін через кілька механізмів. По-перше, через створення атмосфери відкритості до нового – коли викладачі самі демонструють гнучкість, готовність адаптувати плани, експериментувати з новими методами, це моделює для студентів, що зміни є нормальною частиною життя, а не катастрофою [7]. По-друге, через заохочення експериментування – коли студенти мають можливість пробувати різні підходи, не боячись покарання за невдачі, це розвиває їхню готовність ризикувати, пробувати нове. По-третє, через підтримку у моменти невдач – коли студент стикається з невдачею у своїх експериментах, важливо, щоб він отримав підтримку та конструктивний зворотний зв'язок, який допоможе проаналізувати досвід та спробувати інший підхід, а не почувався покараним або приниженим [7]. По-четверте, через спільний пошук рішень у складних ситуаціях – коли викладачі та студенти разом обговорюють виклики, з якими стикаються, разом шукають можливі шляхи вирішення, це розвиває навички творчого вирішення проблем, здатність бачити множинні перспективи, готовність розглядати нестандартні варіанти [7]. По-п'яте, через кар'єрне консультування та підтримку у професійному самовизначенні – коли студенти мають доступ до якісного кар'єрного консультування, яке допомагає їм усвідомлювати свої інтереси, цінності, сильні сторони, досліджувати різні професійні можливості, розробляти гнучкі кар'єрні плани з урахуванням невизначеності, це підтримує їхню готовність до змін та зменшує тривогу щодо майбутнього [7].

Освітній простір, який підтримує готовність до змін через ковітальну взаємодію, – це простір, де невизначеність не замовчується, а визнається як об'єктивна характеристика сучасного світу; де студентів готують не до конкретної професії на все життя, а до постійного навчання та адаптації; де цінуються не лише стабільність та передбачуваність, але й гнучкість та креативність; де помилки розглядаються як можливість для навчання, а не як ознака некомпетентності; де майбутнє конструюється активно через експериментування та пошук, а не пасивно через очікування готових відповідей [7]. Такий освітній простір готує студентів не лише професійно, але й психологічно до життя у світі, що швидко змінюється, що є особливо важливим в умовах України, яка переживає фундаментальні трансформації.

Інтегруючи три напрями досліджень психологічних ресурсів – резильєнтності [17], ціннісних основ резильєнтності [24] та готовності до змін [7], можна побачити, що ці ресурси утворюють взаємопов'язану систему, яка підтримує функціонування особистості в умовах викликів. Резильєнтність надає внутрішню стійкість, здатність витримувати удари; ціннісні орієнтації надають сенс, який робить труднощі терпимими та спрямовує зусилля; готовність до змін надає гнучкість, здатність адаптуватися та знаходити нові шляхи. Ці три виміри відповідають трьом основним екзистенційним викликам кризових ситуацій: як витримати? (резильєнтність), навіщо витримувати? (цінності), що робити далі? (готовність до змін).

Формування безпечного освітнього простору через розвиток ковітальної взаємодії має враховувати всі три виміри психологічних ресурсів. Безпечний простір – це не лише такий, де немає загроз, але й такий, який активно розвиває психологічні ресурси особистості для життя у небезпечному світі. Це простір, який підтримує резильєнтність через емоційну підтримку, визнання зусиль, справедливе ставлення; підтримує ціннісну рефлексію через діалог, обмін досвідом, спільне осмислення подій; підтримує готовність до змін через відкритість до нового, заохочення експериментування, підтримку у невдачах [7; 17; 24]. Таким чином, безпечний освітній простір є не лише умовою комфорту, але й простором розвитку, де особистість формує ті психологічні ресурси, які дозволять їй успішно функціонувати у складному та мінливому світі.

В умовах воєнного стану в Україні розвиток цих психологічних ресурсів через ковітальну взаємодію набуває не лише педагогічного, але й громадянського, патріотичного значення. Студенти та викладачі, які мають високу резильєнтність, чітку систему цінностей, готовність до змін, не лише краще справляються з особистими викликами, але й стають носіями та трансляторами цих якостей у суспільстві, підтримують інших своїм прикладом, вносять вклад у психологічну стійкість нації [7; 24]. Заклади вищої освіти, які цілеспрямовано працюють над розвитком цих ресурсів через формування культури ковітальної взаємодії, виконують важливу суспільну місію – готують не лише професіоналів, але й психологічно стійких громадян, здатних будувати майбутнє країни навіть у найскладніших обставинах.

Важливим аспектом освітньої взаємодії є її вплив на формування професійної ідентичності. О.Є. Іванашко [8] вивчає формування професійної «Я-концепції» у студентів психологічних спеціальностей, показуючи, що взаємодія з викладачами-професіоналами є важливим чинником професійного становлення. Водночас сучасний освітній простір неможливо уявити без технологічного компоненту.

Я. Литвиненко, Н. Сидоренко, Д. Марєєв [11] досліджують проблеми формування безпечного освітнього середовища засобами інноваційних технологій, а O. Ivanashko, A. Kozak, T. Knysh, K. Honchar [23] аналізують роль штучного інтелекту у формуванні майбутнього освіти, розглядаючи як можливості, так і виклики. Ці дослідження підкреслюють, що технології мають використовуватися як інструмент для підтримки людської взаємодії, а не її заміни, що узгоджується з ідеєю ковітальності як живої, емпатійної взаємодії між людьми.

Незважаючи на значну кількість досліджень окремих аспектів безпечного освітнього простору та психологічної взаємодії, питання ковітальної взаємодії як специфічного чинника формування безпечного освітнього простору залишається недостатньо розробленим і потребує комплексного теоретичного аналізу та інтеграції наявних наукових знань.

Ковітальна взаємодія як науковий концепт розвивається у контексті гуманістичної парадигми дослідження особистісної взаємодії суб'єктів освітнього простору [12; 13; 20]. Методологічною основою розуміння цього феномену є генетико-креативний метод, обґрунтований С.Д. Максименком [12], який передбачає аналіз становлення та розвитку особистості у процесі спільної діяльності та творчої взаємодії з іншими суб'єктами. Ця методологічна позиція є принципово важливою, оскільки дозволяє побачити взаємодію не як статичний стан, а як динамічний процес взаємного розвитку та становлення учасників освітнього процесу.

Ковітальність як характеристика міжособистісної взаємодії передбачає спільне проживання життєвого досвіду, взаємопідтримку, емпатійне ставлення, здатність «бути-разом» у різних життєвих обставинах [21]. На відміну від формальної або функціональної взаємодії, ковітальна взаємодія характеризується глибокою особистісною включеністю, автентичністю, взаємною відкритістю учасників. Це узгоджується з ідеями Папучі М.В. та Наконечної М.М. [15] про інтерсуб'єктну взаємодію, яка передбачає визнання суб'єктності іншого – його здатності бути активним учасником спілкування, приймати рішення, впливати на ситуацію.

Важливою складовою ковітальної взаємодії є толерантність, яку О. Шаюк [21] розглядає у контексті взаємодії суб'єктів освітнього простору. Дослідниця підкреслює, що толерантність у полі ковітальної взаємодії не означає байдужості чи пасивного терпіння, а передбачає активне, зацікавлене ставлення до іншої людини при збереженні власної позиції, цінностей, ідентичності. У контексті освітнього простору це означає створення умов для діалогу різних поглядів, культур, позицій, що збагачує освітній процес та робить його багатовимірним. Це положення резонує з гуманістичними орієнтирами, обґрунтованими Г.О. Баллом

[2], зокрема з принципом діалогічності як рівноправного спілкування та обміну думками.

Креативність як компонент ковітальної взаємодії досліджує Кузьминська Д. [9], яка розглядає її як джерело психоекзистенційної вітальності – життєвої сили, енергії, що дозволяє долати труднощі, знаходити нові рішення, розвиватися. Ковітальна взаємодія створює умови для розкриття креативного потенціалу особистості, оскільки передбачає атмосферу психологічної безпеки, підтримки, відкритості до нового. У такій взаємодії особистість не боїться помилятися, експериментувати, висловлювати незвичайні ідеї, що є важливою умовою творчого розвитку. Це узгоджується з дослідженнями про формування вільних дій у навчанні [13; 14], які показують, що особистісна свобода та креативність можливі лише за умови психологічної безпеки та підтримуючого середовища.

Практичний аспект ковітальної взаємодії розкривається у дослідженні Ж. Богдан [4], яка аналізує комунікативну гнучкість як важливий компонент soft skills майбутніх фахівців. Комунікативна гнучкість – це здатність адаптувати свій стиль спілкування залежно від ситуації, особливостей співрозмовника, контексту взаємодії, дозволяє встановити порозуміння, застосовувати конструктивність у конфліктних ситуаціях, гармонізувати стосунки. Це особливо актуально в сучасному світі, який вимагає від фахівців здатності працювати в мультикультурних, міждисциплінарних командах, що підтверджується міжнародними дослідженнями [25].

Таким чином, ковітальна взаємодія в освітньому просторі постає як комплексний феномен, що інтегрує методологічні положення гуманістичної психології, принципи діалогічності та суб′єкт-суб′єктних стосунків, цінності толерантності та різноманітності, а також практичні компетентності конструктивної комунікації та креативності.

Формування безпечного освітнього простору має ґрунтуватися на гуманістичних засадах, які передбачають визнання цінності кожної особистості, повагу до її гідності, права на розвиток [2; 3; 10]. Г.О. Балл [2] обґрунтовує орієнтири сучасного гуманізму в освітній сфері, серед яких виділяє: визнання самоцінності особистості (людина є метою, а не засобом); діалогічність (рівноправне спілкування, обмін думками); толерантність (повага до різноманітності); сприяння самореалізації (створення умов для розкриття потенціалу кожної особистості). Ці орієнтири є фундаментальними для створення безпечного освітнього середовища, оскільки визначають його ціннісну основу та задають вектор розвитку освітньої взаємодії.

Важливість ціннісного виміру освітньої взаємодії підкреслюють В.П. Кутішенко та Б.І. Андрійко [10], які обґрунтовують ціннісний підхід до формування сучасних освітніх взаємодій. Дослідники наголошують, що цінності є тим, що надає сенсу діяльності, визначає її спрямованість, регулює поведінку. У безпечному освітньому просторі домінують цінності гуманізму: повага до людини, справедливість, чесність, відповідальність, співчуття. При цьому принципово важливо, щоб ці цінності були не лише декларованими, але й реально втіленими у повсякденній практиці взаємодії викладачів та студентів, адміністрації та викладачів, студентів між собою. Це положення узгоджується з ідеями ковітальної взаємодії, яка передбачає не формальне дотримання правил, а щиру, автентичну взаємодію, засновану на спільних цінностях.

Практичну реалізацію гуманістичних ідей у роботі з педагогами представлено у дослідженні О.В. Шкіренка [22], який пропонує методику «Шляхом Добра, Краси, Істини, Любові» як психологічний засіб розвитку особистісно-професійної складової духовної культури педагогів. Ця методика спрямована на усвідомлення педагогами гуманістичних цінностей та їх інтеграцію у професійну діяльність. Розвиток духовної культури педагога є важливою умовою створення безпечного освітнього простору, оскільки педагог з високим рівнем духовної культури здатний бути взірцем гуманістичного ставлення до людини, створювати атмосферу довіри, поваги, психологічної безпеки.

Розвиваючи цю думку, Г.О. Балл [3] аналізує раціогуманістичні засади духовної культури педагогів, підкреслюючи важливість поєднання раціонального (критичного мислення, аналітичних здібностей) та гуманістичного (емпатії, толерантності, поваги до особистості) компонентів у професійній діяльності педагога. Раціогуманістичний підхід дозволяє педагогу бути не лише носієм знань, але й фасилітатором особистісного розвитку студентів, який створює умови для їх самостійного пошуку, критичного осмислення інформації, формування власної позиції. Це узгоджується з концепцією формування вільних дій у навчанні [13; 14], яка передбачає розвиток суб'єктності та автономії особистості через створення безпечного та підтримуючого середовища.

Таким чином, гуманістичні засади безпечного освітнього простору визначають не лише його ціннісну основу, але й вимоги до професійної культури педагогів, які мають бути носіями та провідниками гуманістичних цінностей у освітньому процесі.

Конструктивна психологічна взаємодія є практичним втіленням гуманістичних принципів та ковітальної спрямованості у повсякденній освітній практиці. О.А. Агарков та Г.М. Буканов [1] визначають конструктивну психологічну взаємодію як таку, що сприяє розвитку всіх учасників, є продуктивною, веде до досягнення спільних цілей. Конструктивна взаємодія характеризується відкритістю, чесністю, емпатією, взаємоповагою, здатністю слухати і чути іншого, готовністю до компромісу. Це протилежність деструктивній взаємодії, яка передбачає маніпуляції, агресію , ігнорування потреб іншого, прагнення домінувати.

У контексті освітнього простору конструктивна взаємодія між викладачем та студентами передбачає створення атмосфери довіри, де студент не боїться висловлювати свої думки, ставити запитання, визнавати свої помилки [14]. М.В. Папуча [14] підкреслює, що формування вільних дій у навчанні можливе лише за умови, коли студент відчуває психологічну безпеку, має можливість робити вибір, нести відповідальність за свої рішення. Вільна дія – це не сваволя, а усвідомлений, відповідальний вчинок, який ґрунтується на внутрішній мотивації та розумінні сенсу діяльності. Розвиток здатності до вільних дій є важливою метою вищої освіти, оскільки сучасне суспільство потребує людей, здатних самостійно мислити, приймати рішення, нести відповідальність. Це положення узгоджується з гуманістичними орієнтирами Г.О. Балла [2], зокрема з принципом сприяння самореалізації особистості.

Важливим чинником ефективності конструктивної взаємодії є рівень розвитку соціально-емоційних компетентностей учасників освітнього процесу. С. Ситнік та О. Чебикін [16] досліджували особливості міжособистісної взаємодії психологів з різним рівнем соціального інтелекту. Дослідники виявили, що психологи з високим рівнем соціального інтелекту демонструють більш ефективну міжособистісну взаємодію: краще розуміють емоції та наміри інших людей, адекватно інтерпретують соціальні ситуації, обирають відповідні стратегії спілкування. Ці результати підкреслюють важливість цілеспрямованого розвитку соціального інтелекту у майбутніх фахівців, особливо тих, чия професія передбачає інтенсивну міжособистісну взаємодію (педагоги, психологи, соціальні працівники). Розвиток соціального інтелекту сприяє формуванню конструктивної взаємодії, що є основою безпечного освітнього простору.

Ці емпіричні дані логічно доповнюють теоретичні положення про комунікативну гнучкість як компонент soft skills, досліджені Ж. Богдан [4]. Комунікативна гнучкість, як і соціальний інтелект, є необхідною умовою для адаптації стилю взаємодії до різних ситуацій та партнерів по спілкуванню, що особливо важливо в умовах різноманітності сучасного освітнього простору.

Таким чином, конструктивна психологічна взаємодія постає як інтегративна характеристика освітнього процесу, яка поєднує гуманістичні цінності, методологічні принципи суб'єкт-суб'єктних стосунків та конкретні соціально-емоційні компетентності учасників освітнього процесу. Саме ця інтеграція створює основу для формування безпечного освітнього простору.

Концептуалізація безпечного освітнього середовища, здійснена у нормативно-правових та науково-методичних працях [6; 19], визначає його як таке, де забезпечується фізична та психологічна безпека всіх учасників освітнього процесу; запобігається та протидіється будь-яким формам насильства (фізичному, психологічному, сексуальному); створюються умови для розвитку та самореалізації кожної особистості; поважаються права людини; підтримується атмосфера взаємоповаги, довіри, толерантності. Т.П. Цюман та Н.І. Бойчук [19] у Кодексі безпечного освітнього середовища конкретизують ці принципи, пропонуючи практичні рекомендації для їх реалізації в освітніх закладах.

Однак умови воєнного стану створюють специфічні виклики для реалізації цих принципів. Т.М. Собченко, О.М. Кін, В.В. Ворожбіт-Горбатюк [18] підкреслюють особливості створення безпечного освітнього середовища у закладах освіти в умовах війни: постійна загроза життю та здоров'ю; вимушені евакуації та переривання навчального процесу; психологічна травматизація студентів та викладачів; втрата близьких; руйнування звичного способу життя. За таких умов особливої ваги набуває психологічна підтримка, створення атмосфери стабільності, передбачуваності, безпеки у стінах закладу освіти.

Розвиваючи цю проблематику, Ю.В. Борець [5] аналізує ключові аспекти формування психологічно безпечного простору у закладах вищої освіти в екстремальних умовах. Дослідник виділяє такі напрями роботи: доступність психологічної допомоги; створення простору для обговорення переживань, страхів, емоцій; підтримка ментального здоров'я через різноманітні активності (арт-терапія, тілесні практики, групи підтримки); навчання навичкам саморегуляції та стресостійкості. Ці практичні рекомендації узгоджуються з теоретичними положеннями про ковітальну взаємодію, яка передбачає спільне проживання досвіду, взаємопідтримку, емпатійне ставлення [21].

Важливий аспект формування безпечного середовища в сучасних умовах пов'язаний з використанням інноваційних технологій. Я. Литвиненко, Н. Сидоренко, Д. Марєєв [11] досліджують проблеми формування безпечного освітнього середовища засобами інноваційних технологій. Дослідники показують, що онлайн-платформи для навчання, додатки для психологічної підтримки, віртуальні простори для спілкування можуть сприяти створенню безпечного середовища, особливо в умовах, коли очне навчання ускладнене або неможливе. Проте автори підкреслюють важливість балансу: технології мають не замінювати живе людське спілкування, а доповнювати його, створювати нові можливості для взаємодії.

Цю думку розвивають O. Ivanashko, A. Kozak, T. Knysh, K. Honchar [23], які аналізують роль штучного інтелекту у формуванні майбутнього освіти. Дослідники розглядають як можливості (персоналізація навчання, автоматизація рутинних завдань, доступ до величезних обсягів інформації), так і виклики (ризик цифрового відчуження, етичні питання використання даних, необхідність розвитку цифрової грамотності). Автори наголошують, що безпечний освітній простір в епоху цифровізації – це такий, де технології служать розвитку особистості, розширюють можливості для творчості, спілкування, навчання, але не знецінюють людський контакт, емпатію, живе спілкування. Це положення безпосередньо пов'язане з концепцією ковітальної взаємодії, яка за своєю суттю є живою, емпатійною, особистісно включеною взаємодією.

Додатковим виміром безпечного освітнього простору є його фізико-просторова організація. Міжнародне дослідження S. Geister, F.K. Aschenberger, E. Çetinkaya-Yıldız, S. Apaydın [25] показує роль неформальних освітніх просторів (кафе, бібліотеки, зони відпочинку) у сприянні соціальній інтеграції та благополуччю студентів у вищій освіті. Неформальні простори дозволяють студентам відчути себе частиною спільноти, знайти друзів, отримати підтримку від однолітків. У таких просторах відбувається природна, невимушена взаємодія, яка сприяє формуванню довірчих стосунків та почуття приналежності. Це особливо важливо для студентів-першокурсників, іноземних студентів, студентів з особливими освітніми потребами, які можуть відчувати труднощі у соціальній адаптації. Організація таких неформальних просторів є практичним втіленням ідей ковітальної взаємодії на рівні фізичного середовища.

Таким чином, формування безпечного освітнього середовища в умовах сучасних викликів вимагає інтегрованого підходу, який поєднує психологічну підтримку, етичне використання технологій, організацію фізичного простору та, найголовніше, розвиток ковітальної взаємодії між всіма учасниками освітнього процесу.

В умовах воєнного стану, який характеризується високою невизначеністю, мінливістю, непередбачуваністю, особливої ваги набувають психологічні ресурси особистості, які підтримують не лише індивідуальне функціонування, але й здатність до продуктивної взаємодії з іншими. Серед таких ресурсів провідне місце займають резильєнтність (життєстійкість, здатність долати труднощі, відновлюватися після стресу) та готовність до змін (гнучкість, адаптивність, відкритість до нового) [7; 17; 24].

Дослідники О.Є. Іванашко та Л.О. Сіпко [17] виявили, що студенти з високим рівнем резильєнтності демонструють кращу академічну успішність навіть за складних життєвих обставин. Важливо, що резильєнтність пов’язана з низкою факторів: внутрішніх (оптимізм, самоефективність, життєстійкість, здатність до саморегуляції) та зовнішніх (соціальна підтримка, якість освітнього середовища, доступ до ресурсів). Ці результати підкреслюють, що ковітальна взаємодія в освітньому просторі може бути важливим зовнішнім фактором, що сприяє розвитку резильєнтності: підтримка з боку викладачів та однокурсників, відчуття приналежності до спільноти, можливість ділитися переживаннями – все це допомагає студентам долати труднощі, знаходити сили продовжувати навчання.

Розширюючи розуміння цього феномену, Zhanna Virna, Oksana Ivanashko, Svitlana Lysenko [24] досліджують ціннісні координати резильєнтності студентів під час воєнного стану в Україні. Дослідники показують, що резильєнтність пов’язана з певними ціннісними орієнтаціями: цінністю життя, родини, свободи, солідарності, патріотизму. Студенти, які мають чітку систему цінностей, краще справляються зі стресом, знаходять сенс навіть у складних обставинах. Ковітальна взаємодія в освітньому просторі може сприяти формуванню та підтримці ціннісних орієнтацій через діалог, обмін досвідом, спільні рефлексії над подіями, що відбуваються. Це узгоджується з ціннісним підходом до освітньої взаємодії, обґрунтованим В.П. Кутішенко та Б.І. Андрійко [10], які наголошують на важливості спільних цінностей для ефективної взаємодії.

Додатковим ресурсом для функціонування в умовах невизначеності є готовність до змін, яку досліджують Ж.П. Вірна та О.Є. Іванашко [7] як проспективний конструкт подолання кар’єрного хаосу студентської молоді під час війни в Україні. Готовність до змін передбачає психологічну гнучкість, здатність адаптуватися до нових умов, переглядати плани, знаходити альтернативні шляхи досягнення цілей. В умовах війни, коли багато планів руйнуються, а майбутнє стає невизначеним, готовність до змін є критично важливою для ментального здоров’я та подальшого розвитку студентів.

Ковітальна взаємодія в освітньому просторі може підтримувати розвиток цієї готовності через створення атмосфери відкритості до нового, заохочення експериментування, підтримку у моменти невдач, спільний пошук рішень у складних ситуаціях. Це узгоджується з положеннями про формування вільних дій у навчанні [13; 14], які передбачають розвиток здатності особистості самостійно обирати, експериментувати, нести відповідальність за свої рішення.

Окремим аспектом є вплив ковітальної взаємодії на формування професійної ідентичності в умовах невизначеності. О.Є. Іванашко [8] вивчає формування професійної «Я-концепції» у студентів психологічних спеціальностей закладів вищої освіти, показуючи, що професійна ідентичність формується у процесі навчання через взаємодію з викладачами-професіоналами, практичну діяльність, рефлексію власного досвіду. Ковітальна взаємодія з викладачами, які є взірцями професіоналізму та гуманістичного ставлення до людей, сприяє формуванню позитивної професійної «Я-концепції», ідентифікації з професією, усвідомлення її сенсу та цінності. Це особливо важливо в умовах невизначеності, коли професійне майбутнє стає менш прогнозованим, і потрібна міцна ціннісна основа для збереження професійної мотивації.

Таким чином, резильєнтність та готовність до змін є не лише індивідуальними характеристиками, але й продуктами якісної освітньої взаємодії. Ковітальна взаємодія створює той соціально-психологічний контекст, у якому ці ресурси можуть розвиватися та підтримуватися, що особливо критично в умовах викликів сьогодення.

Інтеграція теоретичних положень та емпіричних даних дозволяє виділити ключові напрями практичної роботи щодо формування безпечного освітнього простору через розвиток ковітальної взаємодії.

По-перше, необхідний цілеспрямований розвиток комунікативних компетентностей учасників освітнього процесу. Як показують дослідження [1; 4; 16], ефективна міжособистісна взаємодія вимагає розвинених соціально-емоційних компетентностей: активного слухання, емпатійного відгуку, ненасильницького спілкування, конструктивного вирішення конфліктів, комунікативної гнучкості. Ці компетентності не розвиваються спонтанно, а потребують цілеспрямованого навчання через тренінги, практичні вправи, рефлексію власного досвіду взаємодії.

По-друге, освітній процес має будуватися на принципах діалогу та співтворчості [13; 14; 15]. Це передбачає перехід від суб'єкт-об'єктної моделі (викладач – активний суб'єкт, студент – пасивний об'єкт впливу) до суб'єкт-суб'єктної моделі, де і викладач, і студент є рівноправними учасниками освітнього процесу, співавторами знання. Методи інтерактивного навчання (дискусії, проєктна робота, кейс-методи) сприяють розвитку діалогічної взаємодії та формуванню ковітальності.

По-третє, важливим є розвиток толерантності та поваги до різноманітності [2; 21]. В освітньому просторі мають співіснувати різні думки, позиції, культури. Це передбачає не лише декларування принципу толерантності, але й систематичну роботу з упередженнями, стереотипами, дискримінацією, створення реальних умов для діалогу різноманітності.

По-четверте, необхідна системна підтримка психологічного благополуччя учасників освітнього процесу [5; 18]. Це включає забезпечення доступу до психологічної допомоги, створення умов для відпочинку та релаксації, навчання навичкам саморегуляції та управління стресом. При цьому психологічна підтримка потрібна не лише студентам, але й викладачам, які також перебувають під впливом стресогенних факторів.

По-п'яте, важливим є створення неформальних просторів для взаємодії [25]. Як показують міжнародні дослідження, неформальні простори (кафе, бібліотеки, зони відпочинку) сприяють формуванню спільноти, почуття приналежності, неформальних довірчих стосунків, які є основою ковітальної взаємодії.

По-шосте, в епоху цифровізації критично важливим є розвиток цифрової грамотності та етичного використання технологій [11; 23]. Технології мають використовуватися як інструмент для підтримки людської взаємодії, а не її заміни. Це вимагає усвідомленого, критичного ставлення до цифрових інструментів та розуміння їхніх можливостей і обмежень.

По-сьоме, у закладі освіти має відбуватися формування спільних цінностей та норм [2; 3; 10; 19]. Кодекс безпечного освітнього середовища може бути інструментом фіксації та підтримки таких спільних домовленостей, але важливо, щоб цей кодекс створювався партисипативно, за участі всіх суб'єктів освітнього процесу, а не нав'язувався згори.

По-восьме, освітній процес має цілеспрямовано розвивати резильєнтність та готовність до змін [7; 17; 24]. Це передбачає роботу з ціннісними орієнтаціями, розвиток оптимізму, самоефективності, психологічної гнучкості, навичок саморегуляції – тих ресурсів, які дозволяють особистості ефективно функціонувати у світі, що швидко змінюється.

Важливо підкреслити, що всі ці напрями взаємопов'язані та мають реалізовуватися системно. Як зазначає Л.О. Шатирко [20], взаємодія суб'єктів освітнього простору має розглядатися як процес становлення та розвитку, де кожен етап створює передумови для наступного. Ковітальна взаємодія не виникає спонтанно – вона формується поступово через накопичення позитивного досвіду спільної діяльності, подолання криз, вирішення конфліктів, спільні успіхи та невдачі.

Отже, формування безпечного освітнього простору через розвиток ковітальної взаємодії – це довготривалий процес, який вимагає системного підходу, терпіння, послідовності та залучення всіх учасників освітнього процесу. Ковітальна взаємодія ґрунтується на принципах діалогічності, визнання суб'єктності кожного учасника, формування вільних дій, взаємної відповідальності. Ковітальна взаємодія є ключовим чинником формування безпечного освітнього простору, оскільки створює атмосферу психологічної безпеки, довіри, взаємоповаги, що є фундаментом для ефективного навчання та особистісного розвитку здобувачів освіти. Безпечний освітній простір характеризується комплексом взаємопов'язаних компонентів: психологічною безпекою (відсутність загрози, можливість бути собою, висловлювати думки без страху осуду); гуманістичною спрямованістю взаємодії (визнання цінності кожної особистості, повага до гідності, діалогічність); розвиненими soft skills учасників (комунікативна гнучкість, соціальний інтелект, емпатія); толерантністю (повага до різноманітності, здатність приймати іншого); резильєнтністю (життєстійкість, здатність долати труднощі); готовністю до змін (психологічна гнучкість, адаптивність, відкритість до нового). В умовах воєнного стану в Україні питання формування безпечного освітнього простору набуває особливої актуальності та специфіки. Війна створює унікальні виклики для системи освіти, посилює потребу у психологічній підтримці, стабільності, безпеці. Ковітальна взаємодія в освітньому просторі може бути важливим ресурсом для подолання травматичного досвіду, підтримки ментального здоров'я, збереження та розвитку особистісного потенціалу студентів та викладачів у складних обставинах.

Практична реалізація ідей ковітальної взаємодії у формуванні безпечного освітнього простору вимагає зміни культури освітньої установи, переосмислення ролей викладача та студента, впровадження нових форм та методів роботи, розвитку професійних компетентностей викладачів, створення відповідної інфраструктури. Це довготривалий процес, який потребує системного підходу, підтримки з боку адміністрації, залучення всіх учасників освітнього процесу.

Перспективи подальших досліджень включають емпіричне вивчення взаємозв'язку між характеристиками ковітальної взаємодії та показниками психологічної безпеки освітнього середовища; розробку та апробацію програм розвитку ковітальної взаємодії у закладах вищої освіти; дослідження специфіки ковітальної взаємодії в онлайн-освіті; вивчення культурних особливостей ковітальної взаємодії; аналіз впливу ковітальної взаємодії на академічну успішність, ментальне здоров'я, професійний розвиток студентів; розробку інструментарію для діагностики рівня розвитку ковітальної взаємодії в освітньому просторі.

Список використаних джерел:

1. Агарков О.А. Буканов Г.М. Конструктивна психологічна взаємодія: теоретичний аспект. *Науковий вісник Львівського державного університету внутрішніх справ (серія психологічна)*. № 1. 2024. С. 3-10. URL: http://journals.lvduvs.lviv.ua/index.php/psychology/article/view/887/866

2. Балл Г.О. Орієнтири сучасного гуманізму (в суспільній, освітній, психологічній сферах). Житомир : «Волинь», 2008. 232 с.

3. Балл Г.О. Раціогуманістичні засади духовної культури педагогів. *Психологічні засади розвитку духовної культури педагогічного персоналу : посібник / за ред. Е.О. Помиткіна, З.Л. Становських.* Кіровоград : Імекс-ЛТД, 2013. С. 30-47. URL: https://ipood.com.ua/data/NDR/Psyhology/2013_posibnyk_colect_Pomytkin.pdf

4. Богдан Ж. Комунікативна гнучкість як компонент soft skills майбутніх фахівців у контексті психосоціальної ковітальної взаємодії. *Особистість і суспільство: психосоціальні виміри ковітальної взаємодії : матеріали III Всеукраїнської*

науково-практичної конференції, (м. Тернопіль, Західноукраїнський національний університет, 30 квітня 2025 р.). Тернопіль : ЗУНУ, 2025. С. 96- 98. URL: http://psr.wunu.edu.ua/wp-content/uploads/2025/06/Zbirnik-III-Vseukr.konf.-Ternopil-2025.pdf

5. Борець Ю. В. Формування психологічно безпечного простору у закладах вищої освіти: ключові аспекти. *Безпечне освітнє середовище: нові виклики та сучасні рішення в умовах воєнного і повоєнного часу : збірник наукових статей, тез доповідей та інших матеріалів III Всеукраїнської науково-практичної конференції, 07 березня 2025 р. / Редколегія: О. М. Петровський, В. С. Мисик, І. М. Вітенко, О. І. Когут, Ю. Ч. Шайнюк, Т. В. Магера, Ф. І. Полянський, Н. Б. Стрийвус, Г. І. Герасимчук, М. І. Чорна.* Тернопіль : ФОП Осадца Ю. В., 2025. С. 423- 426. URL: https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/51514/1/Kozyr_MV_tezy_BOS_FPO_2025.pdf

6. Брик Р. С. Організація безпечного освітнього середовища в умовах сьогодення: концептуальні та нормативно-правові аспекти. *Безпечне освітнє середовище: нові виклики та сучасні рішення в умовах воєнного і повоєнного часу : збірник наукових статей, тез доповідей та інших матеріалів III Всеукраїнської науково-практичної конференції, 07 березня 2025 р. / Редколегія: О. М. Петровський, В. С. Мисик, І. М. Вітенко, О. І. Когут, Ю. Ч. Шайнюк, Т. В. Магера, Ф. І. Полянський, Н. Б. Стрийвус, Г. І. Герасимчук, М. І. Чорна.* Тернопіль : ФОП Осадца Ю. В., 2025. С. 27-32. URL: https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/51514/1/Kozyr_MV_tezy_BOS_FPO_2025.pdf

7. Вірна Ж.П., Іванашко О.Є. Готовність до змін як проспективний конструкт подолання кар'єрного хаосу студентської молоді під час війни в Україні. *Габітус. Науковий журнал. Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій*. Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 57. С. 85 – 92. URL: http://habitus.od.ua/journals/2024/57-2024/15.pdf

8. Іванашко О.Є. Формування професійної «Я-концепції» у студентів психологічних спеціальностей закладів вищої освіти. *Наукові перспективи: журнал.* 2025. № 3(57) 2025. С. 1354-1368. URL: https://doi.org/10.52058/2708-7530-2025-3(57)-1354-1367

9. Кузьминська Д. Креативність особистості здобувача вищої освіти як джерело психоекзистенційної вітальності. *Особистість і суспільство: психосоціальні виміри ковітальної взаємодії : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції, (м. Тернопіль, Західноукраїнський національний університет, 30 квітня 2025 р.).* Тернопіль : ЗУНУ, 2025. С. 120- 124. URL: http://psr.wunu.edu.ua/wp-content/uploads/2025/06/Zbirnik-III-Vseukr.konf.-Ternopil-2025.pdf

10. Кутішенко В. П., Андрійко Б. І. Ціннісний підхід до формування сучасних освітніх взаємодій. *Психологічні виміри особистісної взаємодії суб'єктів освітнього простору в контексті гуманістичної парадигми : збірник тез V Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 22 квітня 2022 р.).* Київ, 2022. С. 64- 68. URL: https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/42780/1/V_Kutishenko_B_Andriyko_PVOVSOPKGP_%20FPSRSO.pdf

11. Литвиненко Я., Сидоренко Н., Мареєв Д. Проблеми формування безпечного освітнього середовища закладу освіти засобами інноваційних технологій. *Наукові інновації та передові технології*. № 11(39). 2024. С. 1389- 1396. URL: http://perspectives.pp.ua/index.php/nauka/article/view/16435/16506

12. Максименко С.Д. Генетико-креативний метод психологічного вивчення взаємодії учасників освітнього простору. *Психологічні виміри особистісної взаємодії суб'єктів освітнього простору в контексті гуманістичної парадигми: Монографія / за науковою редакцією академіка НАПН України С.Д. Максименка.* Київ: Видавничий Дім «Слово», 2020. С. 7- 16. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/723176/1/Психологічні%20виміри%20особистісної%20взаємодії%20суб'єктів%20освітнього%20простору%20в%20контексті%20гуманістичної%20парадигми.pdf

13. Максименко С.Д., Папуча М.В. Теоретичні проблеми формування свободних дій особистості у навчанні. *Психологічні виміри особистісної взаємодії суб'єктів освітнього простору в контексті гуманістичної парадигми: Монографія / за науковою редакцією академіка НАПН України С.Д. Максименка.* Київ: Видавничий Дім «Слово», 2020. С. 16- 41. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/723176/1/Психологічні%20виміри%20особистісної%20взаємодії%20суб'єктів%20освітнього%20простору%20в%20контексті%20гуманістичної%20парадигми.pdf

14. Папуча М.В. Особливості формування вільних дій в навчанні. *Психологічні виміри особистісної взаємодії суб'єктів освітнього простору в контексті гуманістичної парадигми: збірник тез наукових доповідей III Всеукраїнської конференції з міжнародною участю (Київ, 31 березня 2020 року) / ред. С.Д. Максименко*. Київ : Інститут психології імені Г.С. Костюка НАПН України, 2020. С. 177–180. URL: http://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/720724

15. Папуча М.В., Наконечна М.М. Методологічні орієнтири дослідження інтерсуб'єктної взаємодії в психології. *Психологічний часопис*. 2019. Том 5. № 8. С. 277–294. URL: http://www.apsijournal.com/index.php/psyjournal/article/view/655

16. Ситнік С., Чебикін О. Особливості міжособистісної взаємодії психологів з різним рівнем соціального інтелекту. *Science and Education*. 2020. Issue 1. С. 41- 48. DOI: https://doi.org/10.24195/2414-4665-2020-1-6

17. Сіпко Л. О. Іванашко О. Є. Полiварiантнiсть факторiв особистiсної резильєнтностi та її вплив на академiчну успiшнiсть учасникiв освiтнього процесу. Актуальні питання у сучасній науці (Серія «Педагогіка», Серія «Право», Серія Економіка», Серія «Державне управління», Серія «Техніка», Серія «Історія та археологія»): журнал. 2024. № 8(26) 2024. С. 954- 970. DOI:10.52058/2786-6300-2024-8(26)-954-969

18. Собченко Т.М., Кін О.М., Ворожбіт-Горбатюк В.В. Створення безпечного освітнього середовища у закладах освіти в умовах воєнного стану. *Новий колегіум.* 2023. № 3. С.39–42. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NovKol_2023_3_10

19. Цюман Т. П., Бойчук Н.І. Кодекс безпечного освітнього середовища: метод. посіб. [за заг. ред. Цюман Т. П.]. Київ, 2018. С. 8-11 с. URL:

https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/protidia-bulingu/21kbos.pdf

20. Шатирко Л.О. Ключові аспекти осмислення в парадигмі генетичної психології особливостей взаємодії суб'єктів освітнього простору. *Психологічні виміри особистісної взаємодії суб'єктів освітнього простору в контексті гуманістичної парадигми: збірник матеріалів наукових доповідей VI Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Київ, 23 жовтня 2023 року).* Київ, 2023. С. 145- 151. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/737715/1/Психологічні_виміри_особистісної_взаємодії_суб'єктів_освітнього_простору_2023.pdf

21. Шаюк О. Контекстність толерантності в полі ковітальної взаємодії. *Особистість і суспільство: психосоціальні виміри ковітальної взаємодії : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції, (м. Тернопіль, Західноукраїнський національний університет, 30 квітня 2025 р.).* Тернопіль : ЗУНУ, 2025. С. 201- 203. URL: http://psr.wunu.edu.ua/wp-content/uploads/2025/06/Zbirnik-III-Vseukr.konf.-Ternopil-2025.pdf

22. Шкіренко О.В. Методика «Шляхом Добра, Краси, Істини, Любові» як психологічний засіб розвитку особистісно-професійної складової духовної культури педагогів. *Психологічні засади розвитку духовної культури педагогічного персоналу : посібник / за ред. Е.О. Помиткіна, З.Л. Становських.* Кіровоград : Імекс-ЛТД, 2013. С. 122- 133. URL: https://ipood.com.ua/data/NDR/Psyhology/2013_posibnyk_colect_Pomytkin.pdf

23. Ivanashko, O., Kozak, A., Knysh, T., & Honchar, K. (2024). The Role of Artificial Intelligence in Shaping the Future of Education: Opportunities and Challenges. Futurity Education, 4(1), 126–146. URL: https://doi.org/10.57125/FED.2024.03.25.08

24. Zhanna Virna, Oksana Ivanashko , Svitlana Lysenko Coordenadas de valor da resiliência dos alunos sob lei marcial na Ucrânia. Educere Et Educare. v. 19 n. 49 (2024): Dossiê Educação universitária, conflitos, fronteiras e cooperação: perspectivas interdisciplinares. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. С. 60-85. DOI: 10.48075/educare.v19i49.33276

25. Geister, S., Aschenberger, F.K., Çetinkaya-Yıldız, E., Apaydın, S. (2025). The role of informal learning spaces in promoting social integration and wellbeing in higher education. *Frontiers in Education*, 10. URL: https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1637874

3.3. Stem Technologies as a Strategy for Forming Mathematical Competence of Young School Students

STEM-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК СТРАТЕГІЯ ФОРМУВАННІ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ

Сучасні освітні трансформації, пов'язані з упровадженням Концепції Нової української школи та компетентнісних стандартів початкової освіти, актуалізують потребу в пошуку таких дидактичних моделей, які забезпечують не лише засвоєння предметних знань, а й розвиток здатності учнів застосовувати їх для розв’язання реальних задач, працювати з інформацією, співпрацювати в групі, творчо мислити (Державний стандарт початкової освіти, 2018). Однією з провідних інноваційних парадигм, що відповідає цим вимогам, є STEM-освіта, яка інтегрує зміст природничих наук (Science), технологій (Technology), інженерії (Engineering) та математики (Mathematics) в єдиний освітній простір.

Ініціативне становлення STEM у міжнародному освітньому дискурсі пов’язано з модернізацією науково-інженерної підготовки шкільної молоді в США, що було підтримано NSF у 1990-х роках і поступово трансформовано у загальноосвітню модель навчання з акцентом на ранні вікові етапи, зокрема молодший шкільний вік, де пріоритетом стало «hands-on → minds-on» пізнання [4; 5]. В Україні розвиток STEM-освіти був концептуально окреслений у контексті реформи НУШ, де інтегровані курси «Я досліджую світ», «Математика», технологічні модулі та дослідницькі завдання стали дидактичним майданчиком для STEM-інтеграції у 1-4 класах [9; 11].

Якщо в дошкільній освіті STEM-технології переважно реалізуються через ігрові досліди, маніпулювання предметами та сенсорний досвід дитини, то в початковій школі до них додаються такі компоненти, як робота з інструкціями, простими схемами, числовими даними, вимірюваннями, елементарними алгоритмами й проєктною діяльністю, що формує підґрунтя математичної компетентності учнів 1–4 класів. Саме перехід від дошкілля до школи вимагає науково обґрунтованого осмислення того, як STEM-підхід може підтримувати розвиток математичного мислення молодших школярів, не руйнуючи їхньої природної пізнавальної активності й ігрової мотивації.

Метою статті є теоретичне обґрунтування й окреслення методичних можливостей використання STEM-технологій у формуванні математичної компетентності молодших школярів.

STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) у педагогічній літературі визначається як міждисциплінарний освітній підхід (технологія), що забезпечує формування наукової й математичної грамотності, розвиток інженерного мислення, дослідницької поведінки та технологічної компетентності здобувачів освіти [1; 2]. Для початкової школи STEM має специфіку морально-гуманістичного спрямування: навчання відбувається на основі практичних дій, дослідницьких спроб, конструювання та рефлексії, що не порушує емоційної безпеки дитини та зберігає цінність дитячої ініціативи.

Світова теорія підкреслює доцільність введення STEM у початкову ланку для формування умінь, що корелюють із «навичками XXI століття»: постановка запитань, створення гіпотез, робота з даними, побудова простих механізмів, розуміння елементарних алгоритмів, застосування вимірювальних дій (OECD, 2023; UNESCO, 2020). Національна рада учителів математики США [4] наголошує, що математика в початковій школі має опановуватись у взаємозв’язку зі світом дитини, через моделювання, вимірювання, гру з правилами й соціальну комунікацію, що визначає математичний складник STEM як «простір розвитку мислення», а не лише обчислення.

У міжнародному науковому дискурсі STEM-освіта розглядається як інтегрована модель, що поєднує природничі науки, інженерію, технології та математику в процесі розв'язання практично значущих задач, орієнтованих на реальний життєвий контекст [1; 4]. У роботах Р. Байбі STEM презентується як модель компетентнісної підготовки, де предметні знання не відокремлюються, а взаємодіють під час розв'язання практичної задачі, формуючи основу для подальших освітніх траєкторій у галузі природничих і математичних дисциплін. У дослідженнях Д. Клементс та Дж. Сарми концепт STEM доповнено поняттям «learning trajectories» – освітніх траєкторій, які особливо важливі в ранньому шкільному віці 6–10 років і забезпечують поступове ускладнення завдань, опору на маніпулятивні матеріали та розвиток математичного розуміння через дію [2].

Для початкової школи особливо важливими є такі характеристики STEM-підходу:

- міждисциплінарність – завдання відразу спираються на декілька галузей знань;
- проєктність і дослідницькій підхід – учні досліджують явища, висувають гіпотези, перевіряють їх у ході експерименту чи моделювання;
- діяльнісний підхід – ключовим засобом навчання є практична дія (конструювання, вимірювання, експериментування);
- орієнтація на компетентності – робота акцентується не лише на «знаннях», а й на вмінні застосувати їх, співпрацювати, презентувати результат.

На рівні освітньої політики України STEM-освіта чітко закріплена як інструмент модернізації природничо-математичної підготовки здобувачів. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.12.2016 № 988-р, яким схвалено Концепцію реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа», визначає компетентнісний підхід і розвиток математичної, природничої, інформаційно-цифрової та інноваційної компетентностей однією з ключових цілей початкової школи [9].

Подальший стратегічний акцент зроблено у Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), схваленій розпорядженням КМУ від 05.08.2020 № 960-р. У документі підкреслено, що розвиток природничо-математичної освіти (STEM) є фундаментом конкурентоспроможності держави, а метою є формування в учнів здатності застосовувати знання з природничих наук, технологій, інженерії та математики для розв'язання реальних суспільно значущих проблем [10]. План заходів щодо реалізації цієї Концепції до 2027 року (розпорядження КМУ від 13.01.2021 № 131-р) передбачає системне впровадження STEM-підходу на всіх рівнях освіти, починаючи з початкової школи, через оновлення змісту, розроблення інтегрованих програм, підготовку педагогів і розбудову STEM-орієнтованого освітнього середовища [11]. Інститут модернізації змісту освіти у своїх щорічних методичних рекомендаціях щодо розвитку STEM-освіти (2017–2025 рр.) трактує STEM як один з пріоритетних напрямів реалізації компетентнісного підходу, наголошуючи на інтеграції математики з природничими дисциплінами, технологіями, робототехнікою, проєктною та дослідницькою діяльністю учнів [9].

Таким чином, на рівні державної стратегії STEM-освіта розглядається не як факультативне нововведення, а як системна рамка оновлення природничо-математичної підготовки, у межах якої математика набуває прикладного, дослідницького та інтегративного характеру.

Уважаємо за доцільне розвести дефініції понять «STEM-освіта», «STEM-підхід» та «STEM-технології». У науковій та освітньо-методичній літературі ці терміни не є повними синонімами, оскільки описують різні рівні педагогічної концептуалізації:

STEM-освіта – широка, системна освітня парадигма, що визначає цілі, зміст і ціннісні орієнтири навчання в межах інтегрованої природничо-математичної та інженерно-технологічної підготовки. Дане поняття використовується, коли йдеться про напрям освіти на національному або інституційному рівні, про освітній процес загалом, програми та політику.

STEM-підхід – методологічна дидактична стратегія, що реалізується всередині STEM-освіти. Він описує спосіб навчання (через дослідження, проєктування, моделювання, міждисциплінарні завдання) та організації пізнавальної діяльності учня.

STEM-технологія – це конкретні інструментальні педагогічні рішення, засоби, методики та матеріали, які забезпечують реалізацію STEM-підходу (робототехнічні набори, програмні середовища, інтерактивні додатки, конструкторські платформи, цифрові лабораторії).

Сьогодні STEM-підхід особливо актуальний у навчанні математики молодших школярів. Зокрема, концепція НУШ та новий Державний стандарт початкової освіти задають орієнтацію на формування математичної компетентності як здатності не лише виконувати обчислення, а й розв’язувати практичні задачі, працювати з інформацією, моделювати ситуації, аргументувати власні міркування [10]. Саме STEM-підхід забезпечує природне включення математики у життєві, технологічні, природничі та інженерні контексти, що відповідає цим вимогам. На жаль, в Україні фіксується дефіцит інтересу учнів до природничо-математичних предметів і низька мотиваціюя до вибору STEM-кар’єр. На противагу цьому – ринок праці відчуває гостру потребу в фахівцях із розвиненими STEM-компетентностями [6]. У цьому контексті саме початкова школа розглядається як «пороговий» рівень, на якому формується ставлення до математики як до мови опису світу, а не лише шкільної дисципліни.

Упровадження STEM у початковій школі доцільно здійснювати на основі поєднання кількох взаємодоповнювальних підходів.

Інтегрований підхід

Інтеграція математичного змісту з природничими, технологічними й мовно-літературними компонентами реалізується через:

інтегровані уроки (наприклад, «Вода та її властивості» з вимірюванням об’єму, маси, температури);

наскрізні теми («Місто майбутнього», «Подорож планетою Земля»), у межах яких математика служить мовою опису та планування;

міжпредметні проєкти («Шкільний сад», «Екологічна стежка», «Мій безпечний маршрут до школи»).

Інтегрований підхід забезпечує цілісність сприйняття світу та формує в учнів розуміння практичної доцільності математичних знань.

Проєктно-дослідницький підхід

Проєктно-дослідницька діяльність у початкових класах має бути короткотривалою, чітко структурованою, але відкритою до учнівських ініціатив. Типовою структурою STEM-проєкту для учнів початкових класів є:

1. Постановка проблеми у формі запитання («Як спроєктувати місток, що витримає більшу вагу?»).
2. Висунення гіпотез учнями.
3. Планування дій (учитель допомагає зафіксувати план у вигляді простого алгоритму).
4. Виконання дослідів, вимірювань, побудова моделей.
5. Аналіз результатів, порівняння варіантів, представлення висновків.

Математика в цьому підході «вбудована» в етапи вимірювання, обчислення, порівняння й інтерпретації даних.

Діяльнісний та ігровий підходи

Для молодших школярів важливо зберегти елементи гри, зокрема сюжетно-рольової, дидактичної та конструктивної. Керована гра дозволяє поєднати вільну діяльність учнів із чітко визначеними математичними цілями. Наприклад:

- гра «Магазин конструкторів», де учні «купують» деталі для побудови моделі, виконуючи обчислення з грошима, порівнюючи ціни, оптимізуючи вибір;
- гра «Архітектори мікроміста», у якій діти планують розміщення будівель на сітці-карті, використовуючи координати, поняття «вище-нижче», «ліворуч-праворуч», працюючи з масштабом.

Цифровий підхід

Використання цифрових інструментів (простих середовищ програмування, віртуальних лабораторій, освітньої робототехніки) відкриває додаткові можливості для розвитку логіко-алгоритмічного та прикладного компонентів математичної компетентності. Платформи на кшталт ScratchJr, Code.org, мови візуального програмування для роботів (Bee-Bot, LEGO Education WeDo) дозволяють учням створювати власні «програми», що опираються на послідовність кроків, повторення, умови – по суті, елементи алгоритмізації, тісно пов’язані з математичним мисленням (OECD, 2023).

У молодших школярів, як свідчать вітчизняні й міжнародні дослідження, домінують конкретно-образні форми мислення, потреба в діяльнісному й ігровому способах засвоєння знань, високий рівень пізнавальної допитливості. Саме ці характеристики відповідають логіці STEM-навчання, яке ґрунтується на експерименті, моделюванні, конструюванні, роботі з реальними об’єктами та даними. У такому форматі математика перестає бути абстрактним набором вправ і стає інструментом дослідження, що сприяє формуванню стійкої навчальної мотивації.

У Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) підкреслюється, що саме математична складова є базовою для формування вмінь аналізувати дані, моделювати ситуації, оцінювати результати експериментів, приймати обґрунтовані рішення [9].

Для початкової школи це означає акцент на таких аспектах:

- *формування елементарної функціональної математичної грамотності*: уміння лічити, вимірювати, порівнювати, працювати з часовими, просторовими та кількісними відношеннями в реальних і змодельованих ситуаціях;

- *розвиток логіко-алгоритмічного мислення* через задачі, пов'язані з плануванням дій, побудовою маршрутів, читанням та створенням простих схем, інструкцій, алгоритмів, зокрема в робототехнічних і цифрових середовищах;

- *формування навичок роботи з даними* (збір, упорядкування, представлення у вигляді таблиць, діаграм, схематичних моделей), що є основою для подальшого опанування статистики та інформатики. Реалізовані в початковій школі інтегровані проєкти («шкільна метеостанція», «міст майбутнього», «безпечний маршрут до школи» тощо) значно підвищують якість засвоєння математичних понять – числа, величини, вимірювання, геометричної форми, простору [6].

Узагальнюючи, приходимо до висновку, що для початкової математичної освіти STEM-підхід є не просто бажаним, а концептуально необхідним, оскільки відповідає:

- компетентнісній логіці Державного стандарту (застосування математики в життєвих ситуаціях);

- віковим особливостям молодших школярів (перевага діяльнісного, ігрового та наочно-образного пізнання);

- суспільному запиту на формування базових STEM-компетентностей та інтересу до природничо-математичної освіти. Математика в межах STEM виступає «мовою та інструментом» дослідження, забезпечуючи перехід від репродуктивних обчислювальних дій до осмисленого моделювання, вимірювання, аналізу даних та прийняття рішень, що є ключовими елементами математичної компетентності молодшого школяра. Таким чином, актуальність STEM саме в навчанні математики молодших школярів полягає у тому, що такий підхід дає змогу реалізувати вимоги НУШ щодо формування дієвої математичної компетентності, забезпечує раннє входження дитини в простір природничо-технологічного мислення і створює підґрунтя для подальшого успішного опанування природничо-математичних дисциплін на наступних рівнях освіти.

Діти молодшого шкільного віку, за дослідженнями психологів, перебувають на етапі розвитку, який характеризується активним становленням довільних пізнавальних процесів: зростанням здатності утримувати навчальну задачу, слідувати алгоритмічній послідовності, працювати з наочністю та вербалізувати причинно-наслідкові зв'язки. У цьому віці домінує конкретне операційне мислення, що створює сприятливі умови для STEM, оскільки школяр розуміє нові поняття через моделювання, вимірювання та побудову реальних/ігрових конструкцій без надмірної абстрактності, яка може викликати когнітивний розрив.

Сучасні наукові розвідки в когнітивній психології дітей доводять, що молодший шкільний вік є сенситивним для формування дослідницької поведінки, навичок експериментування й базової алгоритмічної логіки, у тому числі через керовану дослідницьку гру (guided play), яка у початковій школі сприяє глибшому розумінню математичних і природничих закономірностей. Національна рада вчителів математики (НРВМ) у документі *Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All* (2014) визначає математичну освіту як *процес осмислення, моделювання, комунікації та обґрунтування рішень*, а не просто відтворення процедур обчислення чи запам'ятовування алгоритмів. Цей документ є нормативною основою для сучасних педагогічних досліджень математичного розвитку учнів 1–4 класів, у тому числі в межах STEM-освіти [4]. Згідно з НРВМ, математична компетентність молодшого школяра включає:

Розуміння кількості та числа (number & operations): формування відчуття числової величини, усвідомлення потужності множини, здатність порівнювати кількості, розкладати число на складові частини, інтерпретувати математичні дії як зміну стану величини або кількості (НРВМ, 2014).

Оперування формами та простором (geometry & spatial reasoning): розпізнавання геометричних фігур у довкіллі, аналіз їхніх структурних елементів, розуміння симетрії як математичного принципу впорядкованості, моделювання фігур на площині, побудова простих структур на їх основі, розвиток просторових уявлень через числові сітки й упорядкування об'єктів.

Логічні дії та математичне міркування (reasoning & argumentation): здатність пояснити хід розв'язання, зробити висновок на основі побачених даних, перевірити просту гіпотезу, знайти логічну помилку або запропонувати корекцію.

Комунікація і співпраця (communication & collaboration): обговорення математичної задачі в парах або групах, презентація способу розв'язання однокласнику, узгодження спільного рішення, використання математичної мови для опису кроків і перевірки результату.

Коли ми говоримо, що *математична компетентність не повинна розвиватися у відриві від читання смислових завдань*, то це означає:

- учень не просто прочитав умову задачі й почав її розв'язування, а усвідомив, що саме треба зробити;

- пояснив, яка дія веде до розв'язку;

- створив алгоритм своєї діяльності: прочитав → виокремив ціль → побудував модель → виконав → перевірив.

Важливо, що в такому контексті помилки розглядаються як маркери певного етапу розвитку розуміння – це здатність до рефлексії.

Такий цикл віддзеркалює структуру навчальної діяльності молодшого школяра та відповідає стратегії *«навчання через дію (hands-on → minds-on)»*, що за логікою НРВМ є найефективнішою для ранніх шкільних років та становить міцне підґрунтя для STEM-інтеграції в освіті [1; 2].

У початковій STEM-дидактиці значущого синергетичного ефекту набуває інтеграція математики з природничим спостереженням, простими інженерними конструкціями і смисловим читанням. Для початкових класів ця інтеграція має спиратись на короткі та чіткі «задачні контексти», які дозволяють дитині діяти, вимірювати, досліджувати й пояснювати власні міркування. Науковий дискурс підкреслює декілька ефективних варіантів такої інтеграції:

Поєднання з природничими науками (Science): діти здійснюють вимірювання довжини, об'єму, часу, температури у повсякденному спостереженні за навколишнім середовищем. Варто відзначити, що такі дії формують первинні навички роботи з даними, зіставлення, узагальнення та логічної аргументації вже в учнів 1–2 класів;

Інтеграція з технологіями (Technology) та інженерією (Engineering): молодші школярі конструюють прості об'єкти з паперу, картону, блоків-конструкторів, які мають функцію «вивести знання в дію» (побудова містка для іграшки, вежі з заданими параметрами, маршруту для робота тощо).

Використання змістового читання (Reading) для STEM забезпечує активну інтеграцію мовленнєвого та математичного мислення, коли молодший школяр читає смисловий фрагмент інструкції та одразу перевіряє його дією, що сприяє поєднанню «читання – планування – моделювання» та розвитку когнітивної довільності, яка в молодшому шкільному віці охоплює такі прояви:

цілеспрямована увага – учень концентрується на навчальному завданні та може утримувати фокус протягом необхідного часу;

свідомий вибір стратегії мислення – здатність не імпульсивно реагувати на умову задачі, а планувати кроки розв'язання;

керування пам'яттю – використання мнемічних прийомів (повторення, смислове групування, ментальні опори), щоб утримувати потрібну інформацію;

самоконтроль мислення – перевірка правильності власних міркувань, пошук і корекція помилок в алгоритмі дії або обчисленнях;

регуляція темпу розумових дій – дитина може зупинитися, перечитати інструкцію, уточнити умову та скоригувати хибні припущення;

внутрішня регламентованість дій – здатність виконувати операції за правилами (послідовністю кроків, логічними вимогами), навіть якщо завдання не є емоційно привабливим.

Таким чином, математичне навчання в межах STEM-підходу поступово переводить школяра від імпульсивного розв'язування до усвідомленого проєктування мислення через дію та перевірку результату, що і є ключовим механізмом формування довільності.

У роботах Д. Клементс та Дж. Сарами (2013) визначено, що математичний розвиток дітей у ранньому та молодшому шкільному віці відбувається за певними «освітніми траєкторіями» (*learning trajectories – освітні траєкторії*). Освітню траєкторію дослідники розглядають як цілісну модель організації навчання математики, що поєднує результати психологічних і дидактичних досліджень із практикою роботи вчителя. Автори підкреслюють, що ефективний розвиток математичного мислення дитини відбувається не стихійно, а за певною послідовністю рівнів, які можна описати й цілеспрямовано підтримувати через відповідні завдання [2]. Структура навчальної траєкторії включає такі взаємопов'язані компоненти:

Конкретна математична ціль – чітко сформульований результат, якого має досягти дитина (наприклад, «розуміє принцип десяткової системи числення», «може складати й розкладати двовимірні фігури», «розпізнає й описує просторові відношення»).

Етапи формування математичного поняття – опис типових етапів, через які проходять діти, опановуючи те чи інше поняття: від найпростішого інтуїтивного розуміння до більш узагальнених і формалізованих уявлень. Кожен рівень характеризується специфічними діями, помилками, способами міркування, типами відповідей.

Система навчальних завдань та активностей – добір вправ, ігор, задач і видів діяльності, які «підштовхують» дитину розвиватися, переходити з одного рівня на наступний. Для кожного рівня автори пропонують набір репрезентативних завдань, що відповідають віку й актуальним можливостям дітей.

Розглянемо на прикладах дану навчальну траєкторію:

Траєкторія формування поняття натурального числа

Конкретна математична ціль – сформувати в молодших школярів цілісне розуміння натурального числа як кількісної та порядкової характеристики множини, що виявляється у здатності встановлювати відповідність «елемент – число», порівнювати кількості, упорядковувати числа на числовій прямій, групувати об'єкти у розрядні одиниці та виконувати базові обчислення з осмисленням результату.

Етапи формування математичного поняття:

1. Доцифровий – учень/учениця оперує виключно предметами, орієнтуючись на відношення «більше-менше» без використання цифр.
2. Символьна репрезентація – усвідомлення того, що кількість може бути позначена знаком (цифрою). Дитина з'єднує цифру з відповідною множиною об'єктів.
3. Оперування числами в межах десяткової системи – уміння групувати об'єкти десятками, розуміти розрядні одиниці, використовувати десяткові блоки (десяткові палички/кубики).
4. Елементарні обчислення з розумінням змісту – дії додавання та віднімання виконуються дитиною не механічно, а через моделювання ситуації зміни кількості, порівняння результатів.

Система навчальних завдань та активностей:

Завдання	Маркери траєкторії розвитку математичного поняття
Скількома способами можна скласти число 12 лічильними паличками?	дитина бачить 1 десяток та 2 одиниці

Створи числову пряму й познач час доби: коли ти вдома, коли ти навчаєшся та твій вільний час для гри	дитина моделює число в просторі
Порахуй кроки від парти до дошки й запиши результат десятками й одиницями	вимірювання у розрядах
Гра-»місія» «Врятуємо тварин»: потрібно зібрати 20 жетонів, але є різні варіанти обміну (5+5+10, 10+10, 4·5 тощо)	розуміння складу числа

Таким чином, учитель, який працює з освітньою траєкторією, має не просто «перелік тем», а детальну карту розвитку:

1. Учитель розуміє, *де* на цій карті зараз перебуває конкретна дитина.
2. *Який наступний крок* для неї є реалістичним.
3. *Які саме завдання* можуть стати «містком» до цього кроку.

Узагальнюючи описані методичні принципи, визначаємо їхню релевантність до концептуальних положень початкової ланки НУШ:

Дія через мислення (маніпуляція з предметами): спочатку наочна дія, конструювання або вимірювання, потім обговорення і концептуалізація (**hands-on → minds-on**).

Керована дослідницька гра замінює вільну дошкільну гру, але зберігає ініціативу учня.

Помилка як діагностичний маркер розвитку: рівень помилок дитини трактується як індикатор її місця на траєкторії, а не нездатність до навчання.

Маніпулятивні матеріали як засіб конкретних операцій: блоки, палички, конструктори, сітки, прості алгоритмічні плани.

Інтеграція у конкретні практичні місії-завдання: математика використовується як мова проєкту або досліду (порахувати, виміряти, зіставити дані, оптимізувати модель).

Отже, за таким підходом, навчання має ґрунтуватися на конкретних діях, групуванні та візуальних моделях.

Геометрична траєкторія: від плоскої форми до конструкції

Конкретна математична ціль – розвинути в молодших школярів системне розуміння плоских геометричних фігур як базових структур для проєктування й побудови реальних та навчальних конструкцій, що виявляється у здатності розпізнавати фігури в довкіллі, аналізувати їхні властивості (кількість сторін, тип кутів, симетрію, площинні відношення), комбінувати їх для створення моделей, вимірювати параметри деталей та оцінювати стійкість і функціональність побудованої конструкції у заданому просторово-числовому контексті.

Етапи формування математичного поняття:

1. Розпізнавання форми в довкіллі – дитина помічає й називає фігури в середовищі (вікно – прямокутник, тарілка – круг, дах будинку – трикутник).
2. Створення фігур на площині – дитина конструює 2D-форми із готових геометричних блоків, шаблонів, паличок.
3. Перехід до функціональної конструкції – не декоративне, а «інженерне» складання фігур у структури: містки, вежі, плани міста, маршрути роботів.

4. Обґрунтування й аналіз властивостей – дитина пояснює, чому фігура або конструкція є стійкою чи нестійкою (центр ваги, довжина, симетрія, опора на основу).

Система навчальних завдань та активностей:

STEM-завдання	Математика в дії
Побудуй міст довжиною 30 см з різних фігур. Виміряй, за якою комбінацією міст стійкіший	довжина, комбінаторика, вимірювання
Змоделюй шлях робота сіткою 5×5 так, щоб він дійшов від «старту» до «фінішу» найкоротшим шляхом	координати, просторові відношення
Побудуй вежу на основі квадрата зі стороною 4 см. Чи зміниться стійкість, якщо сторони основи подвоїти?	відношення сторін, симетрія, пропорція
Гра «Архітектори планети»: побудуй «мікромісто» у шкільному зошиті в клітинку	графічне моделювання простору

Логіко-алгоритмічна траєкторія через STEM і читання інструкцій

Конкретна математична ціль – сформувати в молодших школярів здатність розуміти, створювати та виконувати прості алгоритми розв’язання математичних і практичних STEM-завдань на основі смислового читання інструкцій, що передбачає свідоме планування послідовності дій, встановлення логічних умов і обмежень, оптимізацію кроків, перевірку результатів, ідентифікацію та корекцію помилок в алгоритмі, а також використання математичного запису для обґрунтування способу реалізації задачі.

Етапи формування математичного поняття:

1. Початкове виконання за усною інструкцією.
2. Читання короткої письмової інструкції.
3. Створення власного алгоритму дій.
4. Аналіз алгоритму і корекція помилок.

Система навчальних завдань та активностей:

Завдання	Яку навичку формує
Прочитай 3-крокову інструкцію побудови човна з паперу. Виконай і зафіксуй результат у таблиці «працює / не працює / що змінити»	логіка, читання, проєктування
Створи інструкцію для однокласника, як побудувати квадрат зі стороною 5 клітинок у зошиті	письмо інструкцій, координати
Склади алгоритм обміну 15 фішок у грі так, щоб використати найменше кроків	алгоритмічна оптимізація
Знайди помилку в алгоритмі: робот мав пройти 20 клітинок, але зробив 18. Де могла бути помилка?	аналіз причин і корекція

Для дітей дошкільного та молодшого шкільного віку (орієнтовно 3–8 років) «освітні траєкторії» виконують кілька важливих функцій:

дидактичну – вони допомагають перетворити абстрактні стандарти («дитина вміє…») на конкретні щоденні кроки в навчанні;

діагностичну – учитель може оцінити, на якому рівні траєкторії перебуває учень, і не вимагати від нього того, до чого він ще не дозрів когнітивно;

планувальну – траєкторії стають основою довгострокового планування (від раннього дошкілля до 2–3 класу), забезпечуючи наступність і відсутність «прогалин» у змісті;

інклюзивну та диференційовану – різні діти можуть рухатися траєкторією з різною швидкістю; завдання добираються так, щоб кожна дитина працювала в «зоні найближчого розвитку», а не лише «посередньо» [2].

Узагальнюючи, підхід науковців Д. Клементс та Дж. Сарами до освітніх траєкторій дозволяє:

- інтерпретувати математичний розвиток дітей як *поступовий, досліджуваний і керований процес*;
- поєднати науково обґрунтовані уявлення про розвиток з конкретною методикою навчання;
- зробити математичну освіту в дошкільному та молодшому шкільному віці більш усвідомленою, адресною та результативною.

Молодший шкільний вік характеризується переходом від передопераційного до стадії конкретних операцій (Ж. Піаже), коли дитина набуває здатності виконувати мисленнєві операції за умови опори на наочність і реальні дії. Психологи, аналізуючи зону найближчого розвитку, підкреслюють, що дорослий може вивести дитину на вищий рівень міркувань, якщо навчання опирається на спільну діяльність, мовлення й поступове ускладнення задач.

Для організації STEM-навчання в початковій школі важливими є такі психолого-педагогічні характеристики молодших школярів:

домінування конкретно-образного мислення – поняття легше засвоюються, якщо пов'язані з реальними ситуаціями, дослідами, предметами;

розвиток довільної уваги та пам'яті – діти здатні утримувати навчальну задачу, виконувати послідовність дій, дотримуватися правил гри та інструкції;

високий рівень пізнавальної допитливості – природний інтерес до того, «як це працює», «чому так відбувається», що є потужним ресурсом для дослідницької активності;

потреба у грі й емоційній насиченості діяльності – навіть у шкільному форматі зберігається значення ігрових елементів, сюжетів, змагальності;

формування початкових навчальних мотивів – бажання «бути успішним учнем», отримувати визнання однокласників і вчителя.

У психологічних студіях Е. Ґопнік доведено, що пізнання дитини 6–7 років ґрунтується на дослідницькій установці, прогностичному мисленні та побудові причинних моделей світу, що концептуалізовано у метафорі «child scientist – маленький дослідник». Це означає, що учень початкової школи не є пасивним споживачем готових знань, а здатний формулювати припущення, перевіряти їх у практичній дії, змінювати стратегію під впливом результату та логічно аргументувати обраний спосіб розв'язання, що цілком узгоджується із сучасними дидактичними підходами STEM-математики. Дослідниця стверджує, що навчання має підтримувати експериментальне «випробування теорій» у малій проєктній дії, де помилка розглядається як інформаційна умова для перегляду гіпотези, а не як провал, що є важливим для розвитку довільності мислення й академічної аргументації уже в перші шкільні роки (Gopnik, 2012). Ці ідеї набули емпіричного підтвердження і в пізніших колективних працях про «кероване дослідження» та гру як середовище перевірки міркувань, що розвиває математику через практичну дію і подальше усвідомлення її змісту.

Кероване дослідження у 1-4 класах – це організація навчальної діяльності, за якої вчитель структурує проблему у зрозумілий учням дослідницький цикл, модерує пошук рішень, ставить уточнюючі запитання та створює безпечні рамки експериментальної роботи – пробної дії. Методологічні засади підходу «маленький дослідник» підкреслюють, що діти в цьому віці природно схильні висувати припущення, перевіряти їх практично та оновлювати ментальні моделі на основі зворотного зв'язку (Гопнік, 2009; 2012; Клементс, Сарама, 2014). Реформа НУШ визначає діяльнісний принцип як провідний механізм формування математичної та природничої грамотності через практичні проби, фіксацію даних і учнівську рефлексію [2; 3].

Етапи організації «керованого дослідження»:

1. Вчитель формулює задачу як виклик, який має: чітку мету (що потрібно з'ясувати/порахувати/виміряти); обмеження (час, кількість кроків, формат продукту); наочний або конструювальний результат, що дозволяє учню перевірити припущення емпірично. *Наприклад: «Яка конструкція основи забезпечить найкращу стійкість вежі при мінімальній кількості паличок?».*

2. Висунення первинних гіпотез (припущень). Учні у парах чи малих групах пропонують можливі рішення. Кожна гіпотеза має містити математичний компонент запису параметрів: кількість, розмір, відношення, послідовність кроків.

3. STEM-реалізація (моделювання і наукова проба)

- Моделювання «руками» (hands-on): учні: конструюють об'єкти (містки, вежі, фігури) з блоків, LEGO або паличок; розміщують фішки у сітці, виконуючи заданий алгоритм шляху; наносять контур форм у зошиті в клітинку; здійснюють виміри (довжина, маса, об'єм, час, температура, опади) мірними циліндрами, вагами, лінійкою або шкільним дощоміром.

- Керування через запитання (teacher scaffolding): учитель: ставить ланцюг запитань, спрямованих на уточнення параметрів проблеми; просить «перевірити, що станеться, якщо змінити 1 умову» (довільна варіативність гіпотези); модерує обговорення альтернатив, але не дає готового алгоритму; допомагає сформулювати припущення у математичному записі.

Наприклад, при побудові вежі:

– «Скільки сторін має основа?»

– «Які грані будуть найдовші?»

– «Що зміниться у стійкості, якщо замінити квадрат трикутником?»

- Аналітичний етап (minds-on): після проби школярі: фіксують результати у таблицю спостережень (під контролем вчителя); порівнюють величини, обчислюють різницю; роблять короткий логічний і кількісний висновок про перевірену гіпотезу.

4. Перевірка та корекція гіпотези. Учні зіставляють прогнозований і фактичний результат: коригують логіку кроків; змінюють 1 параметр у моделі і перевіряють повторно; фіксують причини корекції: *«гіпотеза не підтвердилась через… ми змінили… тепер результат…»*.

5. Комунікативно-рефлексивний етап може відбуватися у формі: усного наукового повідомлення (коротке, за формулою результату), або лаконічного запису обсягом 2–3 речення у зошиті: *«Ми припускали, що квадратна основа з 12 паличок буде стійкішою. Після тесту з'ясували, що для збереження стійкості достатньо 10 паличок. При зміні на трикутну основу стійкість знизилась, отже, оптимальною є квадратна форма основи.»*

Отже, технологія керованого дослідження в початковій школі: переводить учня в позицію активного дослідника; дозволяє працювати в різних математичних траєкторіях відповідно до вікових можливостей дітей; формує довільну регуляцію мисленнєвих кроків, навчає фіксувати параметри у коректний математичний запис, забезпечує перевірку і корекцію гіпотез через STEM-дію, завершується аргументованою учнівською рефлексією й комунікацією висновку.

Таким чином, психолого-педагогічні особливості молодших школярів не суперечать STEM-підходу, а навпаки – створюють природні передумови для його реалізації за умов чіткої вікової адаптації змісту та методів.

У структурі математичної компетентності молодших школярів доцільно виокремити такі компоненти:

1. *Кількісно-числовий* – знання чисел, дій, відношень «більше-менше-дорівнює», уміння виконувати обчислення й інтерпретувати результат.

2. *Геометричний і просторовий* – уявлення про форму, розмір, положення об'єктів, орієнтація в просторі, побудова простих моделей.

3. *Логіко-алгоритмічний* – уміння класифікувати, порівнювати, бачити закономірності, будувати та виконувати інструкції й алгоритми.

4. *Прикладний (моделювання)* – здатність використовувати математичні поняття для опису реальних ситуацій, розв'язання задач, читання й побудови схем, діаграм, таблиць.

5. *Рефлексивно-оцінний* – уміння аналізувати власне розв'язання, обирати стратегії, пояснювати хід міркування.

STEM-підхід створює умови для розвитку всіх цих компонентів завдяки інтегрованим завданням, у яких математика є не лише предметом вивчення, а й інструментом дослідження. Наприклад: під час вивчення теми «Довжина» учні не тільки виконують стандартні вправи з вимірювання, а й проєктують «міст» із конструктора, де потрібно дібрати довжину деталей, порівняти варіанти, забезпечити стійкість моделі. У межах теми «Час» реалізується міні-проєкт «Шкільний день як система подій», у якому діти складають розклад, обчислюють тривалість активностей, порівнюють варіанти, представляють дані у вигляді діаграм. Дослідження, які описують вплив STEM-активностей на результати навчання молодших школярів фіксують зростання показників розвитку математичного мислення, умінь міркувати та пояснювати розв'язання задач [5]. Зокрема доведено, що систематичне залучення учнів 1–4 класів до проєктної та експериментальної діяльності сприяє підвищенню показників математичного мислення й аргументаційної складової математичної компетентності. Освітній ефект досягається завдяки тому, що математика у STEM-проєктах виконує роль інструмента вимірювання, моделювання, аналізу даних та логічної регуляції дій, а не обмежується формуванням обчислювальних операцій.

Емпірично доведено, що зростання показників очікуваних математичних результатів молодших школярів у STEM-проєктах відбувається за дотримання таких умов:

Регулярність і повторюваність STEM-циклів дослідження. Короткі, але системні етапи:

постановка проблеми → математичне моделювання → експеримент або конструювання → перевірка параметрів → обговорення результату.

Наочність і вимірюваність математичного досліду. Робота з конкретними репрезентативними об'єктами: шаблонами, блоками, паличками десяткової системи, вимірювання довжини/маси/часу, схематичні маршрути, найпростіші алгоритмічні плани для роботів у сітковому полі. Це формує *математичні знання в дії – компетентність.*

Інтеграція читання інструкцій. Учні навчаються інтерпретувати текст завдання як прогностичну модель діяльності, що сприяє розвитку довільного математичного мислення й самоконтролю, необхідного у STEM-пізнанні.

Командна та соціально-когнітивна взаємодія. Об'єднання в пари або міні-команди для перевірки рішень, обговорення того, який алгоритм чи модель є ефективнішим, і вербалізації математичного смислу спільного результату.

Прикладами STEM-проєктів, що мають високий ефект для математичного мислення можуть бути:

- вимірювання та класифікація об'єктів довкілля (STEM-математика через величини);
- побудова моделей мостів/веж із перевіркою симетрії, довжин сторін і стійкості основи;
- моделювання найкоротшого і найбезпечнішого шляху в клітинковій сітці з математичними обмеженнями;
- складання коротких алгоритмів обміну і пересування фішок/шляхів із мінімізацією або оптимізацією кроків;
- внесення результатів у таблицю або діаграму (перший рівень роботи з даними).

У практиці початкової школи можна виокремити кілька типових моделей завдань, які поєднують математику та STEM-компоненти.

Модель 1. «Конструктор мостів» (2–3 клас)

Мета: формування уявлень про довжину, вагу, стійкість конструкції, розвиток умінь порівнювати числа, виконувати додавання та віднімання в межах 100.

Сюжет: учням пропонується побудувати міст для іграшкового автомобіля з обмеженої кількості деталей.

Математичний зміст: вимірювання довжини деталей, добір комбінацій, що дають потрібну довжину; обчислення «вартості» моста (кожна деталь має «ціну»), пошук оптимального варіанту.

STEM-складник: моделювання конструкції, перевірка її стійкості, аналіз причин руйнування.

Модель 2. «Метеостанція нашого класу» (3–4 клас)

Мета: формування навичок роботи з даними, читання й побудови діаграм, розвитку вміння інтерпретувати результати спостережень.

Сюжет: протягом тижня учні фіксують температуру повітря, кількість опадів, швидкість вітру (за спрощеними шкалами).

Математичний зміст: запис числових даних, обчислення середніх значень, побудова стовпчикових діаграм, порівняння показників.

STEM-складник: розуміння простих явищ природи, робота з вимірювальними приладами (термометр, дощомір), формулювання висновків про погоду.

Модель 3. «Безпечний шлях до школи» (1–2 клас)

Мета: розвиток просторових уявлень, умінь працювати з маршрутами, поняттями «відстань», «напрямок».

Сюжет: учні моделюють карту шляху від дому до школи.

Математичний зміст: позначення об'єктів на плані, лічба кроків/клітинок, порівняння довжин маршрутів, визначення найкоротшого шляху.

STEM-складник: елементи інженерного мислення (пошук оптимального маршруту), безпековий компонент, робота з моделлю простору.

Подібні моделі можуть систематизуватися в авторські програми, навчально-методичні комплекси, що забезпечують наступність між дошкільною STEM-освітою та початковою школою.

У дослідженнях психодидактичної спрямованості доведено, що в початковій школі ефективність STEM-інтервенцій визначається не стільки добором технологічних інструментів, скільки якістю інтеграції смислового читання та математичного моделювання. Зокрема, О. Я. Савченко (2018) обґрунтувала, що математична компетентність молодшого школяра формується через організацію задачних ситуацій, у яких дитина працює з текстом як носієм смислового задуму та інструкцією до дії, що створює підґрунтя довільної регуляції мисленнєвих операцій. Відповідно, читацьке розуміння умови задачі має передувати її структурній декомпозиції та математичній репрезентації. STEM-підхід у початковій школі є результативним за умов, коли учні:

- читають і обговорюють завдання;
- візуалізують умову в схемах або таблицях;
- реалізують короткі проєкти, у яких математика виступає засобом кількісного обґрунтування результату;
- взаємодіють у парі для порівняння стратегій розв'язання;
- фіксують алгоритм як послідовність логічно впорядкованих кроків.

У межах STEM-циклу, математика стає: інструментом перевірки гіпотези через вимірювані параметри конструкції; засобом оцінювання оптимальності кроків в алгоритмі; мовою комунікації доведеного результату однокласнику чи вчителю; методом порівняння даних у таблиці/діаграмі; способом структурування умов задачі.

Аналіз теоретичних джерел і практичного досвіду дає підстави виокремити низку умов, за яких STEM-підхід справді сприяє формуванню математичної компетентності молодших школярів:

Методична готовність учителя – володіння базовими STEM-концептами, уміння проєктувати інтегровані уроки й міні-проєкти, поєднувати дослідницьку активність із опануванням математичних понять (Bybee, 2013; ІМЗО, 2018).

Наявність розвивального освітнього середовища – доступ до конструкторів, вимірювальних приладів, простих робототехнічних наборів, цифрових інструментів, які дозволяють реалізовувати повний цикл «спостереження – дія – аналіз».

Організація навчальної взаємодії на засадах співпраці – групові й парні форми роботи, де учні вчаться домовлятися, розподіляти ролі, аргументувати свою позицію.

Вікова адекватність змісту – завдання мають залишатися посильними, не бути перенасиченими технічно складними поняттями, а концентруватися на базових математичних діях і простих природничо-технологічних явищах.

Системність і регулярність – STEM-активності мають бути не епізодичними, а інтегрованими в структуру навчального року, забезпечуючи поступове ускладнення.

Невиконання цих умов може призвести до формального використання «моди на STEM» без реального впливу на якість математичної підготовки учнів.

Висновки. У межах поданого теоретичного аналізу встановлено, що STEM у початковій школі доцільно трактувати як інтегративну освітню парадигму, всередині якої математичний розвиток молодших школярів реалізується у форматі діяльнісного пізнання, моделювання та алгоритмізації, не перевищуючи вікових когнітивних можливостей дітей 6–10 років. Уточнення дефініцій дозволяє чітко розмежувати: STEM-освіту як стратегічний напрям, STEM-підхід як методологію організації навчання, та STEM-технології як інструментальне забезпечення дослідницько-проєктних циклів, у яких саме математика є універсальною мовою фіксації параметрів, доведення, вимірювання й аргументації рішень.

Показано, що алгоритм «дія → мислення» забезпечує поєднання конкретної операційної діяльності з ментальним опрацюванням, що є критичною умовою становлення когнітивної довільності, математичного смислового читання і трансформації імпульсивних розв’язувальних стратегій у керовані, прогнозовані та самоконтрольовані операції навчання. Аналіз навчальних моделей («Конструктор мостів», «Класна метеостанція», «Безпечний шлях до школи») підтверджує адаптивність STEM-дидактики до арифметичного, геометричного, просторового й логіко-алгоритмічного складників математичної грамотності молодших школярів та їхньої готовності працювати в конструктивних, вимірюваних та комунікативних задачних контекстах.

STEM-навчання на уроці математики є результативним лише за умов: методичної готовності вчителя, наявності матеріальної й цифрової наочно-інструментальної бази, вікової адекватності задач, та регулярності інтегрованих дослідницько-проєктних STEM-циклів, які переводять математику з абстрактної дисципліни у прикладний інструмент осмисленого пізнання, що створює передумови довгострокового позитивного ставлення дитини до природничо-математичних і технологічних видів діяльності на наступних щаблях освіти.

Отримані узагальнення формують підстави для подальших наукових досліджень, спрямованих на: розроблення діагностичного інструментарію оцінювання математичних освітніх траєкторій у STEM; створення й апробацію авторських моделей STEM-інтегрованого навчання саме в математичній освітній лінії початкової школи; дослідження механізмів наступності між дошкільною STREAM і початковою STEM-дидактикою, та експериментальну верифікацію педагогічних умов ефективності, які забезпечують масштабованість STEM як освітньої стратегії для всіх молодших школярів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bybee R. W. The STEM Education Challenge: Policy, Leadership, and Innovation. Arlington, VA : NSTA Press, 2013. 186 p.

2. Clements D. H., Sarama J. Learning and Teaching Early Math: The Learning Trajectories Approach. 2nd ed. New York : Routledge, 2014. 313 p.

3. Gopnik A. The Philosophical Baby: What Children's Minds Tell Us About Truth, Love, and the Meaning of Life. New York : Farrar, Straus and Giroux, 2009. 304 p.

4. National Council of Teachers of Mathematics. Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All. Reston, VA : NCTM, 2014. 139 p.

5. National Research Council. A Framework for K–12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC : The National Academies Press, 2012. 400 p.

6. STEM-освіта в загальній середній школі: теорія і практика : колективна монографія / за ред. С. Г. Литвинової, О. М. Спіріна. Київ : ІІТЗН НАПН України, 2023. 312 с.

7. Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 р. № 2145-VIII (чинний станом на 2025 р.).

8. Кабінет Міністрів України. Державний стандарт початкової освіти. Постанова КМУ № 87 від 21.02.2018 р. (зі змінами 2019, 2020). 49 с.

9. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти (на рівні початкової школи) / уклад. ІМЗО МОН України. Київ : ІМЗО, 2024. 58 с.

10. Міністерство освіти і науки України. Нова українська школа: концептуальні засади реформування середньої освіти. Київ : МОН України, 2016. 34 с.

11. Про стан впровадження та перспективи розвитку STEM-освіти в Україні : Рішення колегії МОН України від 08.12.2021 р. / дод. матеріали ІМЗО. 2021. 12 с.

CHAPTER 4. THEORETICAL BASIS OF THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN TECHNOLOGY LESSONS IN GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS

4.1. Possibilities of Using Digital Technologies in the Educational Process of General Secondary Education Institutions

The current stage of education development is characterized by a deep digital transformation, which radically changes the forms, methods and content of education in general secondary education institutions. The development of the information society, the large-scale spread of network technologies, mobile devices, cloud services, interactive multimedia environments and analytical tools lead to the emergence of new educational models focused on individualization, flexibility and openness of the educational process. Digital technologies not only complement the traditional education system, but also form a new paradigm, the center of which is the active activity of the student, high intensity of interaction, the use of various types of visual, text and interactive information, constant feedback and the possibility of self-control and self-assessment. The use of digital technologies in general secondary education institutions (GSEI) has become a necessary condition for the formation of a competent modern student, able to effectively use information resources, work with large volumes of data, analyze information, create their own digital content and function responsibly in a digital society. The integration of digital tools into the educational process contributes to the development of key competencies defined by educational standards: the ability to learn throughout life, information and digital competence, mathematical and natural literacy, social and civic activity, entrepreneurship and innovation.

The digitalization of education is not limited only to technical support. It involves comprehensive changes in the structure of the educational process: new approaches to lesson planning, modernization of methods and forms of work, updating the content of curricula, training teachers to use digital tools, reorientation from reproductive learning to research and project-based learning. Therefore, an analysis of the possibilities of using digital technologies in GSEI is necessary to substantiate the methodology for their application in lessons, in particular in technology lessons, where digital activity has particular importance.

Therefore, the digitalization of the educational space has become an integral part of the modern world, and its development is directly related to increasing the competitiveness of the state. For Ukraine, the digital transformation of education is of strategic importance, as it ensures an increase in the level of accessibility and quality of education, allows the introduction of new approaches to teaching and assessment, and contributes to the formation of skills in students that determine success in professional and personal activities. One of the important reasons for the relevance of digitalization is the active penetration of digital technologies into the daily lives of students. Children of the modern generation from an early age have experience using smartphones, tablets, computers, and Internet resources, which forms a different style of information perception, a different speed of data processing, and new needs in education. In the

GSEI, digital technologies have long ceased to be an additional tool. Against the background of global challenges, such as the COVID-19 pandemic and a full-scale invasion by an aggressor country, digital tools have become the main channel for ensuring the continuity of the educational process. The experience of mass distance learning has made it possible to see the importance of maintaining the digital readiness of the GSEI and teachers. At the same time, digitalization has created new opportunities that should be integrated not only into distance or blended learning, but also into the traditional face-to-face educational process.

Digital technologies allow you to diversify forms of activity, use individual, group and differentiated ways of working, provide instant access to various information resources, organize feedback between the teacher and students. In addition, digitalization opens up new opportunities for pedagogical diagnostics, analytics of educational achievements, and the creation of individual educational trajectories.

Thus, digital technologies in education are usually understood as a set of technical and software tools that ensure the creation, processing, storage, transmission and dissemination of educational information in digital format. Such tools include hardware devices (computers, tablets, interactive whiteboards, mobile phones), software products (educational platforms, virtual environments, electronic journals, digital textbooks), network technologies, means of communication and multimedia tools.

To systematize various digital tools, they are classified by functional purpose:

– information technologies (access to educational resources, electronic textbooks, open databases);

– communication technologies (platforms for video conferences, electronic diaries, chats, forums);

– organizational and management systems (electronic journals, educational data analytics systems);

– interactive technologies (simulators, interactive whiteboards, virtual laboratories);

– modeling and simulation technologies (VR, AR, 3D modeling);

– cloud services (collaboration with documents, information storage);

– adaptive and intelligent technologies (personalization of learning, automatic assessment).

Each of these groups of tools has its own didactic potential, and together they create a comprehensive digital educational environment in which the student has the opportunity not only to consume ready-made information, but also to actively create new content, collaborate with other participants in the educational process, and engage in self-study.

Distance and blended learning platforms are one of the most important digital tools of a modern school. They not only provide the organization of the educational process, but also allow the teacher to create their own courses, systematize educational materials, conduct testing, track progress, and provide individual consultations.

One of the key functions of such platforms is the ability to model a flexible educational environment. The student can learn at his own pace, independently process materials, return to complex topics, work asynchronously, and complete tasks at a time convenient for him. For the teacher, this creates an opportunity to organize differentiated learning and individual support.

Distance learning platforms also contribute to the integration of formative assessment elements. For example, a teacher can provide quick feedback, apply different types of tasks, use performance analytics to adjust further learning. Thanks to digital tools, the transparency of assessment and individual responsibility of the student are significantly increased.

Interactive online tools are one of the most dynamic areas of digitalization of learning. They make it possible to diversify the learning process, make it more flexible and creative, which is especially important for students in primary and high school.

Unlike traditional methods, interactive digital resources involve two-way interaction between the student and the educational content. The student does not just view information, but interacts with it, modifies it, creates his own options, can test his hypotheses and immediately get the result.

Interactive digital tools include online simulators, simulations, resources for creating interactive tasks, mini-games, test modules, interactive maps, mind maps and visualizations. Due to their interactivity, such tools have significant potential in developing students' cognitive activity, maintaining interest, and forming practical skills.

A significant advantage of interactive tools is the ability to adjust to different levels of student readiness. For example, simulators can automatically adjust the complexity of tasks, answer options, pace of completion, and number of repetitions. This creates conditions for differentiation of learning and allows each student to move at their own pace, which is an important requirement of a modern competency-based approach.

No less important is the motivational aspect of using interactive digital resources. They allow you to include elements of the game, competition, and instant reaction to student actions in learning. Due to this, students' interest in completing educational tasks increases, and they are more willing to engage in activities that require concentration, repetition, or analysis. In developing motivation, the ability to visualize learning results, for example, in the form of points, levels, ratings, or graphic successes, is especially important.

The use of multimedia resources expands the boundaries of the classroom space. The lesson may include video demonstrations, interactive presentations, fragments of experiments, dynamic models of technological processes, animations or recordings of real objects and phenomena. This enhances the clarity of teaching and makes it possible to show processes that are difficult to reproduce in the classroom (for example, complex production operations, the operation of mechanisms, the functioning of technological equipment). A special place is occupied by virtual laboratories - environments in which students can conduct experiments, perform measurements, change model parameters and observe the results. Such laboratories allow you to reproduce experiments that are difficult to implement due to lack of equipment or safety restrictions. In GSEI they are especially useful in physics, chemistry, technology, computer science and the basics of entrepreneurship.

Modern electronic educational resources significantly go beyond traditional textbooks. They contain interactive elements: videos, animations, tasks with automatic verification, hypertext links, multimedia explanations, interactive cards and self-control modules. Their advantage lies in the combination of theoretical material with practical exercises.

The compactness and mobility of electronic resources allow students and teachers to use them at any time. Students can do homework, review theoretical materials, listen to explanations, take tests, even when outside the school. The teacher gets the opportunity to organize blended learning: part of the material is studied independently, part - in the classroom with the teacher.

Electronic textbooks are convenient in that they can be quickly updated. If traditional printed editions are used for years, then digital versions can be supplemented and updated in accordance with changes in curricula. This makes the educational material relevant and close to the modern development of science and technology.

The use of electronic resources is an effective means of forming information and digital literacy. Students work with different types of information: text, graphic, audio, video. Such experience contributes to the development of the ability to analyze information, draw conclusions, systematize material, and critically evaluate data.

Electronic educational environments (learning portals, learning systems, virtual classrooms) allow for the systematic and structured presentation of material. The teacher has the opportunity to create his own educational modules, combine materials into logical topics, monitor student progress, and use a bank of digital resources. Such environments provide convenient navigation, the ability to quickly search for materials, and individualized access to educational resources.

Cloud services have become one of the key tools of the modern digital school. Their main advantage is that they provide the ability to simultaneously interact with multiple users in real time. Cloud technologies allow students to create projects, prepare joint presentations, and work with texts, tables, and images even while in different places.

Cloud services develop teamwork skills in students, one of the key competencies of the modern world. Shared documents show the contribution of each participant, you can leave comments, edit the text, track the history of changes. This helps to increase student responsibility and develop skills in constructive cooperation.

For teachers, cloud technologies open up the opportunity to organize project activities even in classes with different levels of preparation. Students can carry out joint projects, conduct mini-research, create digital models of objects, prepare descriptions of educational experiments, and maintain electronic portfolios that store the results of their activities.

It is important that cloud services reduce the need for printed materials. The teacher can create a shared document for each class, where educational materials, lesson plans, instructions, teaching materials, and homework will be placed. Students can supplement the materials, ask questions, and send their own works.

Cloud technologies also open up the possibility of organizing a student's electronic portfolio. Such a portfolio stores his projects, creative works, test results, photos of products made during technology lessons, video reports, that is, all those materials that allow you to track individual progress. This forms responsibility and awareness of your own educational trajectory in the student.

The digitalization of education creates fundamentally new opportunities for individualizing the educational process. One of the key tools in this direction is digital analytics systems that allow you to track student progress, identify their strengths and weaknesses, predict learning outcomes, and adjust their further individual trajectory.

Digital analytics is based on data automatically generated by distance learning platforms, electronic journals, electronic textbooks, and interactive exercises. Such data includes task completion time, number of attempts, typical errors, activity level, speed of transition between modules, and the proportion of correct answers. Thanks to this, the teacher can quickly identify students who need additional assistance and those who can perform tasks of increased complexity.

Adaptive technologies are the next step in the development of individualized learning. They work on the principle of intelligent algorithms that automatically adjust the educational content to the level of preparedness of a particular student. If the student performs the task easily, the system offers more complex options; if difficulties arise, the tasks are simplified or tips are added. Thus, the pace and complexity of learning become individual, and the learning process is more effective.

The use of adaptive technologies in GSEI contributes to the formation of positive learning motivation. The student does not feel overloaded or excessively easy - the tasks correspond exactly to his level. In addition, adaptive systems allow students to independently plan their study time, work at a convenient pace and receive instant feedback.

The digitalization of education is impossible without the formation of a digital culture in students. Digital competence consists not only of technical skills, but also of responsibility, a critical attitude towards information, safe behavior on the Internet, the ability to protect one’s personal data, compliance with copyright and rules of communication in the digital environment.

Digital security is one of the key components of the competency approach. Students must understand the risks of the digital environment: malware, phishing, manipulation, false information, dangerous online communities. It is important to teach students to recognize these threats and use protection tools - complex passwords, two-step authentication, responsible privacy settings.

Ethical aspects of digital interaction include respect for others, tolerant communication, the inadmissibility of cyberbullying, and adherence to the norms of academic integrity. The teacher plays an important role in shaping such a culture: he must not only demonstrate examples of responsible behavior, but also systematically include conversations, exercises and tasks aimed at developing digital ethics in the educational process.

Digital culture also involves the ability to critically evaluate information, which is especially relevant in the era of information wars and the mass distribution of unreliable materials. Students must learn to check sources, analyze the reliability of information, not succumb to manipulation and draw their own conclusions based on facts. This forms information immunity - the ability to resist negative information influence.

In order for digital tools to work effectively, appropriate conditions must be created. Among them are:

– systematic material and technical support of the school – updated devices, high-speed Internet, accessible multimedia tools;

– digital competence of teachers – the ability to plan lessons using digital tools, mastery of modern platforms, the ability to integrate digital tools into the methodological system;

– development of a school digital security policy – clear rules for using technology, responsibility for electronic communication, formation of a culture of safe use;

– didactic expediency of choosing a digital tool – each tool should meet the purpose of the lesson and provide a practical result;

– combination of digital and traditional activities – it is important not to replace traditional methods, but to harmoniously combine them, ensuring a balance between digital and real types of work;

– support for students in independent activity – the teacher should teach students to work with resources, and not just give ready-made links [14].

Pedagogical conditions provide not just the technical implementation of means, but the pedagogically justified, effective use of digital technologies.

Thus, digital technologies open up wide opportunities for the modernization of the educational process in GSEI. They provide interactivity, increase student motivation, allow organizing individualization of learning, support the development of key competencies and form digital literacy.

Digital resources, such as educational platforms, cloud services, electronic textbooks, virtual laboratories and adaptive systems, significantly enhance the didactic capabilities of the teacher. At the same time, the effectiveness of their use depends on the level of training of teachers, the school's readiness for digital transformation, the availability of technical conditions and the formed digital culture.

Therefore, digitalization is an integral part of the modern educational process, and its correct use contributes to the development of students' independence, their critical thinking, creativity and ability to work with information – competencies that are key for life in the modern world.

4.2. Introduction of Elements of Educational Automation and Robotics in Technology Lessons in General Secondary Education Institutions

In the conditions of a modern mechanized and digital economy, the ability to work with automated systems, robotic devices and digital technologies is becoming a necessary competence for a graduate of GSEI. Changes in the field of production, transport, energy and consumer electronics determine the need to form basic technical competencies in students already at the high school level, in particular within the framework of the subject "Technology".

Educational automation and school robotics are areas that not only expand the content of the subject, but also create conditions for the formation of engineering thinking, the development of 21st century competencies, increasing students' motivation for learning and professional self-determination. In technology lessons, students gain practical experience in creating, programming and debugging automated systems, modeling technological processes, working with electronic components and designers.

A modern school has the function not only to transfer knowledge, but also to provide students with a base for further education in the field of engineering, technology, IT and robotics. In this regard, the introduction of elements of automation and robotic systems into the educational process is an important direction of modernization of technological education, as it allows students to gain competence experience that meets the requirements of the modern economy and technical development.

The use of educational automation and robotics in high school is based on several key conceptual approaches that determine the structure, content and methodology of training. Let's consider each of them:

1. Competency approach – involves the formation of students not only knowledge about technical systems, but also the skills to apply them in practical activities. Robotics allows you to implement this approach as effectively as possible, since students work with real devices, perform specific tasks, create projects and models, and analyze the results obtained.

The competency approach in robotics forms: technical literacy, engineering thinking, the ability to analyze and synthesize, the ability to work in a team, and skills in using digital tools for design and programming.

2. Project-oriented approach – here robotics is organically combined with project activities, which are a mandatory component of the educational subject “Technology”. Students work on the creation of automated systems or robotic mechanisms, perform the role of engineers, programmers, designers, researchers. Each project has a specific goal, stages of development, success criteria and the ability to demonstrate the result.

The project approach gives students the opportunity to: independently plan work, choose materials and technologies, program the behavior of the device, experiment and correct errors, present the finished product.

3. STEM/STEAM approach – the integration of natural sciences, technology, engineering, art and mathematics ensures the comprehensive development of students.

In robotics lessons, students simultaneously apply knowledge of physics (electricity, mechanics, sensors), mathematics (algorithms, proportions, measurements), computer science (programming, logic), technologies (design, materials science).

The STEAM approach promotes the formation of creative vision and the ability to think systematically, since students do not simply follow instructions, but create functional models that have an aesthetic and practical aspect.

4. Practical-oriented approach – a feature of studying automation and robotics is the need for constant practical application of knowledge. Students work with components, create circuits, connect sensors, conduct testing, program microcontrollers. This forms sustainable technical skills and develops labor competence.

Technology lessons have a unique potential for introducing automation and robotics. Unlike computer science, which focuses on programming, and physics, which considers the laws of mechanics, technology lessons combine different fields in one practical environment: engineering, electronics, modeling, materials, design, safety and work organization.

It is technology classes that allow:

– conduct practical work on assembling electronic circuits;

– create robotic systems;

– program control algorithms;

– test designs in real conditions;

– modify and improve models;

– carry out project activities in teams.

Such classes are the first step towards introducing students to engineering specialties: automation, mechatronics, electronics, robotics, industrial design. The formation of engineering skills at school contributes to professional self-determination and increases the competitiveness of future graduates.

The peculiarities of high school determine the importance of developing students' independence, critical thinking, the ability to work in a team and make decisions. Robotics meets these requirements, as it contributes to the development of higher cognitive processes: analysis, synthesis, design, modeling, evaluation.

From a psychological and pedagogical point of view, robotics provides:

– high motivation – students see the result of their work immediately;

– increased level of involvement – project tasks arouse interest and reduce passivity in the lesson;

– development of perseverance – the need to find errors, improve the design, and test repeatedly;

– formation of responsibility – students themselves manage the process of creating a device;

– development of communication skills – teamwork, distribution of roles, discussion of solutions;

– ability to be creative – creation of unique models and non-standard solutions;

– increased self-esteem – achieving a successful result after a series of experiments.

Robotics meets the natural curiosity of high school students, opens up opportunities for the practical implementation of their interests, forms a positive learning experience and gives a sense of success.

For the effective implementation of educational automation and robotics in the educational process, it is necessary to form an optimal material and technical base that will provide the opportunity to conduct practical classes, carry out projects and master the basics of programming and design. Depending on the level of school provision, you can use both simple entry-level designers and complex educational sets with microcontrollers:

1. Educational robotic designers – the most common in the educational space are modular robotic sets that allow students to create basic designs and program their behavior. Such sets include designers based on plastic elements that can be combined with each other in various configurations, as well as equipped with sensors and motors. The advantages of such kits are: ease of use, the ability to quickly construct models, visual programming, accessibility for students who have not previously worked with robotics, modularity and the ability to expand functions.

Such kits allow students to familiarize themselves with the basics of mechanics, the structure of robotic systems, the basic principles of operation of electric motors, sensors and microprocessor controllers.

2. Microcontrollers and automation boards – for high school, the use of microcontroller platforms is especially relevant, which allow you to perform more complex projects that are close to real technical tasks. Microcontrollers are the basis of automated systems and allow students to program the operation of various devices, create control systems and analyze signals from sensors. Typical elements of such kits: microcontroller board, sensor modules (light, distance, temperature, motion, humidity), servo motors, stepper and collector motors, relays and load control modules, power supplies, wire connections, breadboards.

By working with microcontrollers, students gain insight into real-world automated systems: sensors in household appliances, production line controls, intelligent monitoring systems, etc.

3. Software for robotics and automation – educational platforms used in schools provide for both block programming (visual) and text programming (based on the syntax of programming languages). It is advisable for students to gradually move to text programming, as it is the basis of the professional skills of a process engineer, programmer, and automation specialist. The software allows you to: create and edit algorithms; configure sensor parameters; test the program in simulation mode; upload code to the microcontroller; visually monitor the system status; analyze the device operation in real time.

The combination of software and real technical devices provides duality of learning: students see the result of their actions immediately after making changes to the code.

In order for robotics to become not just an interesting addition, but a full-fledged component of the educational process, it is necessary to adhere to certain methodological principles. They ensure systematicity, logic and efficiency of learning.

1. The principle of sequence and gradual complication – the educational material should be structured in such a way that students: first get acquainted with the basic concepts (electrical circuits, sensors, servo motors); then master the basics of programming; perform simple practical work; gradually move on to complex projects.

Such a consistent increase in complexity provides a deep understanding of the technical system, rather than superficial execution of instructions.

2. The principle of integration with other subjects – robotics should not exist separately from other educational lessons. It naturally integrates with physics, mathematics, computer science and labor training, which creates conditions for interdisciplinary interaction. A technology teacher can involve students' knowledge from other subjects to reveal the practical significance of the educational material.

3. The principle of problem-solving – students should work not only according to ready-made instructions, but also solve real technical problems. This may be a problem of imperfect design, incorrect operation of a sensor, inaccurate algorithm or unstable power supply. Finding a solution creates conditions for the development of critical thinking and engineering ingenuity.

4. The principle of activity – the main type of students' work should be practical activity. Robotics is not a theoretical subject: up to 70% of the time should be devoted to designing, connecting, programming, testing and modifying models. Theory is provided in the amount necessary to perform practical tasks.

5. The principle of the research approach – students should conduct mini-research: analyze the operation of mechanisms, compare results, change system parameters, make adjustments. The research approach contributes to the development of engineering thinking and understanding of patterns.

Robotics lessons have a specific structure that combines theoretical information, demonstrations and practical activity. A typical lesson may consist of the following stages:

1. Updating knowledge – students repeat basic concepts (electrical circuits, algorithms, sensor functions).

2. Explanation of new material – a brief theoretical explanation is given; a demonstration of the operation of the device or algorithm is given.

3. Modeling and design planning – students develop a model, discuss solution options, choose a connection diagram.

4. Design and assembly of the device – students perform the main technical work.

5. Programming – creating or modifying a program to control the device.

6. Testing and debugging – finding errors, optimizing the algorithm, improving the design.

7. Analysis of results – students present the results obtained, compare the operation of different models.

8. Reflection and discussion of difficulties – students determine what was successful and what needs improvement.

This structure corresponds to the logic of engineering design and ensures the integration of theory and practice.

Project activity is a key tool for introducing robotics in high school. It allows students to apply the knowledge they have gained, develop technical thinking and teamwork skills. The project organization methodology involves several main stages:

1. Formulation of the project task – the teacher together with the class determines the problem that needs to be solved using an automated system or robot. This can be, for example, the creation of an automatic irrigation system, an object sorting robot, a simple transport robot.

2. Project planning and distribution of roles – students develop stages of implementation, select materials, determine work algorithms and distribute responsibilities in the team (designer, programmer, tester, analyst).

3. Manufacturing and assembly of the structure – practical work includes designing the mechanical part, connecting electronic components and installing sensors.

4. Programming and configuration – students create a program that controls the robot, conduct testing and debugging of the system.

5. Testing and improvement – the project goes through several testing cycles, in which students analyze errors, optimize algorithms and improve the design.

6. Presentation of results and reflection – each group demonstrates the operation of its device, discusses difficulties and achievements, compares the results with the initial task. Students receive feedback from the teacher and classmates.

Project activities form a complex of competencies in students: technical, social, managerial and creative.

For the successful use of robotics in the educational process, it is necessary to create certain pedagogical conditions:

1. Systematic learning – robotics is integrated into the curriculum gradually, starting with simple tasks and moving on to complex projects.

2. Availability of material and technical resources – students must have access to construction kits, microcontrollers, sensors and software.

3. Teacher training – the teacher must have knowledge of the basics of automation, electronics, programming and methods of working with robotic kits.

4. Organization of group work – students work in teams, which contributes to the development of communication skills, cooperation skills and responsibility.

5. Support for creative activity – it is important to stimulate the search for non-standard solutions, encourage experimentation and independent search for optimal options.

6. Use of the principle of scientific research – students analyze the results obtained, compare them with the expected ones, draw conclusions and suggest improvements.

The introduction of robotics in high school increases students' motivation to learn. Practical activity, visible results of work, the opportunity to implement their own ideas contribute to the formation of a positive attitude towards the educational process.

Robotic projects satisfy students' natural curiosity, form an interest in exact sciences and technologies, and develop independent work skills.

In addition, working in teams helps to form social competencies: communication, cooperation, mutual support, the ability to listen and take into account the opinions of others.

Thus, the introduction of elements of educational automation and robotics allows: to increase students' motivation to learn; to develop engineering thinking and technical competencies; to form practical skills in designing, programming, and debugging robotic systems; to promote the development of teamwork, communication, and responsibility; to integrate knowledge of physics, computer science, mathematics, and technology into practical projects.

Robotics in technology lessons not only increases the effectiveness of learning, but also forms key competencies in high school students necessary for life and professional activity in the modern world.

So, in this section of the collective monograph, we analyzed the possibilities of using digital technologies in the educational process of GSEI and introducing elements of educational automation and robotics in technology lessons.

The introduction of digital technologies into educational lessons allows for interactivity, individualization and differentiation of learning. The use of multimedia materials, interactive platforms, electronic textbooks and software contributes to the formation of key competencies of the 21st century in students: information literacy, critical thinking, independent learning skills.

The use of robotic kits, microcontrollers and programmable devices in technology lessons creates conditions for the development of technical thinking, engineering skills and practical competence of students. Working with real objects and systems allows students to see the result of their activities, experiment and analyze the data obtained.

Practical activities in robotics and automated systems significantly increase students' interest. The motivational effect is achieved through the opportunity to create their own projects, solve real problems and demonstrate results. This contributes to the formation of a positive attitude towards the educational process and the development of independence.

Effective implementation of digital technologies in lessons is ensured by adhering to the principles of consistency and gradual complication of educational material, integration of knowledge from other subjects, problem-based, activity-based and research-based approaches. The use of project activities allows students to put knowledge into practice and develop a set of competencies.

For the successful use of digital technologies and robotics, a systematic organization of the educational process, the availability of a material and technical base, teacher training, support for students' creative activity, organization of group work and creation of conditions for research activities are necessary.

The integration of digital technologies and robotics into the educational process contributes to improving the quality of education, the formation of technical, engineering and information competencies, the development of creative and critical thinking, as well as the preparation of high school students for professional self-determination and further education in technical, information and engineering fields. Thus, the analysis of the possibilities of using digital technologies and the implementation of elements of educational automation and robotics confirmed their important role in the modernization of the educational process of GSEI s and the formation of competencies necessary for successful functioning in the modern information and technological society.

Reference

1. Барна О.В., Балик Н.Р. Впровадження STEM-освіти у навчальних закладах: етапи та моделі. *STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес: збірник матеріалів І регіональної науково-практичної веб-конференції, Тернопіль, 24 травня 2017 р.* Тернопіль : ТОКІППО, 2017. С. 3–8.

2. Бойчук В.М. Інформаційно-комунікаційні технології у професійно-технічній освіті: [монографія] / А.М. Гуржій, Р.С. Гуревич, М.Ю. Кадемія та ін.; за ред.. академіка НАПН України Гуржія А.М. у 2 частинах. Ч.2. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2016. С. 329–357.

3. Босова Л.Л. Інформатика : підручник. Чернігів : БІНОМ, 2007. 208 с. : іл.

4. Вольянська С.Є. STEM-освіта. *Довідник сучасного педагога.* Харків : Вид. група «Освіта», 2016. С. 124-125.

5. Воронін Ю.А. Комп'ютеризовані технології у процесі підготовки вчителя. *Педагогіка в освіті.* 2003. № 8. С. 53–59.

6. Гребенюк О.С., Гребенюк Т.Б. Теорія навчання : навч. для студ. вищ. навчань, закладів. Херсон : ВЛАДОС-ПРЕС, 2003. 384 с.

7. Жалдак М.І. Педагогічний потенціал інформатизації навчального процесу. *Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992 – 2003 : зб. наук. пр. до 10-річчя АПН України.* Харків : Академія педагогічних наук України. Ч. 1. 2002. С. 371–383.

8. Іващук К.О. Інформаційно-комунікаційні технології – як сучасний засіб в освіті [Електронний ресурс]. Юіасна оцінка : освітній портал. URL : http://klasnaocinka.com.ua/ru/article/informatsiinokomunikatsiini-teklmologiyi-yak-suc.html (дата звернення: 14.11.2025).

9. Коберник О.М. Креативні технології навчання : навчальний посібник. Умань : ВПЦ «Візаві», 2016. 272 с.

10. Коберник О.М. Проектна діяльність – основа розвитку творчої активності учнів на уроках трудового навчання. *Молодь і ринок.* 2004. № 2. С. 36–41.

11. Коберник О.М. Теорія і методика профільного технологічного навчання учнів в старшій школі: навчальний посібник. Умань : ФОП Жовтий, 2013. 365 с.

12. Кузьменко С.В. Робототехніка в школі. *Зб. матер. V Всеукр. наук.-пр. конф. «Наукова молодь – 2017».* Київ : ІІТЗН НАПН України, 2017. С. 287–290.

13. Матвієнко О.В. «Електронний підручник» у системі дидактичного забезпечення комп'ютерних технологій навчання. *Нові технології навчання.* 2014. Вип. 29. С. 132–135.

14. Онищенко С.В. Візуалізація дидактичних елементів як сучасна стратегія навчання. *Теоретико-методичні аспекти технологічної освіти учнівської та*

студентської молоді засобами естетичної культури та дизайну : збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції кафедри теорії і методики технологічної освіти Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка (24-25 вересня 2020 року) / За заг. ред. проф. В.П. Титаренко, А.Ю. Цини; Полтав. нац. пед. ун-т імені В.Г. Короленка, каф. теорії і методики технологічної освіти. Полтава : ПНПУ імені В.Г. Короленка, 2020. С. 117–120. Режим доступу : http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/17182

15. Онищенко С.В. Використання ІКТ в педагогічній діяльності вчителя-предметника. *Неперервна освіта нового сторіччя : досягнення та перспективи : збірник наукових праць ЗОІППО за матеріалами ІІ Міжнародної науково-практичної конференції (18-25 квітня 2016 р.)*. 2016. № 2 (24). С. 74–78.

16. Онищенко С.В. До проблеми викладання технічних дисциплін при підготовці спеціалістів за напрямом «Професійна освіта. Енергетика». *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки : зб. наук. пр.* Випуск 2. Бердянськ : БДПУ, 2022. С. 304–310. URL : https://dspace.bdpu.org.ua/handle/123456789/855 (дата звернення: 14.09.2025)

17. Онищенко С.В. Застосування ІКТ в викладанні дисциплін циклу машинознавства під час підготовки майбутніх учителів технології. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини* [гол. ред.: М.Т. Мартинюк]. В 1. Умань : ФОП Жовтий О.О., 2015. С. 252–257.

18. Онищенко С.В. Місце дисциплін енергетичного циклу у формуванні професійної компетентності студентів енергетичних спеціальностей. *Development strategiest for modern education and science : Materials of the III International research and practical internet conference (February, 28, 2022) : collection of abstracts*. Zdar nad Sazavou : «DEL a.s.», 2022. P. 27–30. URL : https://dspace.bdpu.org.ua/items/c05fdf35-ebc5-4808-870f-ddbf52eefcad (дата звернення: 15.09.2025)

19. Онищенко С.В. Психолого-педагогічні особливості впровадження засобів мультимедіа в освітній процес підготовки фахівців енергетичної та технологічної галузей. *Науково-методичні засади підвищення якості підготовки фахівців-педагогів системи професійної та технологічної освіти в умовах сучасності : колективна монографія* [за заг. ред. С.В. Онищенка]. Одеса : Олді+, 2024. Розд. 7. С. 124–139. URL : https://dspace.bdpu.org.ua/handle/123456789/3378 (дата звернення: 14.09.2025)

20. Онищенко С.В. Технологія формування професійної компетентності майбутніх учителів технології. *Науково-дослідні публікації. Серія «Інформатика і техніка»*. 2014. № 7 (11). С. 44–52.

21. Онищенко С. В. Формування професійної компетентності майбутнього вчителя технології засобами інформаційно-комунікативних технологій. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи.* Випуск 31. Київ : Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2012. С. 154–159.

22. Пуха Г.П. Сучасні технології в освітньому процесі. *Вісник сучасної освіти*. 2021. № 2(29). С. 59–62.

23. Савічева Т.В. Змішане навчання у сучасному освітньому процесі : необхідність та можливості. *Вісник сучасної освіти*. 2021. №3 (30). С. 92–96.

24. Струтинська О.В., Василюк А.Д. Навчання освітньої робототехніки в українських школах : напрями впровадження. *Інженерні та освітні технології.* 2019. Т. 7. № 3. С. 122–138.

25. Терещук А.І. Методика організації проектної діяльності старшокласників з технологій : метод. посіб. для вчителів, навч. прогр., варіат. Модулі. Київ : Літера ЛТД. 2010. 128 с.

26. Федоров А.І. Підхід до вдосконалення рівня підготовки майбутніх фахівців у сфері інформаційних технологій. *Сучасні технології у науці та освіті. СТНО-2017 : зб. тр. міжнар. наук.-техн. та наук.-метод. конф.* 2017. С. 101–103.

27. Fletcher J.D. Education and Training Technology in the Military. *Science.* 2009. №2. P. 72–75.

28. Onyshchenko S. Formation of ICT-Competence of the Future Specialist in the Energy Industry in the Conditions of Informatization of Education (Distance Education). *The latest foundations for the development of production, science and education – 2023 : collective monograph.* Nová Dubnica : NES Nová Dubnica s.r.o., 2023. P. 37–55. URL : https://dspace.bdpu.org.ua/handle/123456789/118 (дата звернення: 16.09.2025)

29. Onyshchenko S. New Information Technologies in the Conditions of Distance Education. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки : зб. наук. пр.* Випуск 3. Бердянськ : БДПУ, 2022. С. 172–178. URL : https://dspace.bdpu.org.ua/handle/123456789/378 (дата звернення: 16.09.2025)

30. Onyshchenko S. Psychological and Pedagogical Foundations of the Application of Modern Information Technologies in the Educational Process of Future Specialists in the Energy Industry. *European vector of modern education, science and production – 2023 : collective monograph.* Nová Dubnica : NES Nová Dubnica s.r.o., 2023. P. 57–73. URL : https://dspace.bdpu.org.ua/handle/123456789/117 (дата звернення: 16.09.2025)

31. Onyshchenko S. Theoretical Foundations of the Formation of Graphic and Graphic and Informational Competences of Students of Energy Specialties on the Basis of Training at a Pedagogical University. *European vector of modern education, science and production – 2024 : collective monograph.* (Series of monographs Slovak Publishing House NES Nová Dubnica s.r.o. Monograph 2). Nová Dubnica : NES Nová Dubnica s.r.o., 2024. P. 162–175. URL : https://dspace.bdpu.org.ua/handle/123456789/3507 (дата звернення: 14.09.2025)

32. Onyshchenko S. Visual Means in the Educational Activity of Professional Teachers of the Professional Education System. *Scientific and research work in the system of teacher training in natural, technological and computer spheres : materials of VIII international scientific conference (with the international participation), Berdyansk, September 16-17, 2021.* Berdyansk : BSPU, 2021. P. 213–215.

ANNOTATION

CHAPTER 1. MODERN BASICS OF ECONOMICS, MANAGEMENT AND TOURISM

1.1. Ulyana Balyk INFLUENCE MARKETING IN THE CONFECTIONERY MARKET

Increasing competition in the global confectionery market and rapid changes in consumer preferences are creating a need for new approaches to brand promotion. The increasing demand for products with natural ingredients, a decrease in the share of sugar and the active development of digital sales channels are driving the transition from traditional advertising to personalized communications, where influencer marketing plays a key role.

Keywords: digitalization, marketing, confectionery industry, digital technologies, consumer analytics.

1.2. Nadiia Vasyltsiv FEATURES OF LOGISTICS SERVICE FOR CLIENTS FROM OTHER COUNTRIES THROUGH THE INTEGRATION OF NEW DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE SERVICE MARKETING SYSTEM

The work examines the peculiarities of logistics service for clients from other countries through integration of new digital technologies in the service marketing system. The purpose of the research is to determine the place of marketing in the management of logistics processes, as well as to identify the parameters that shape the quality of service at the international level. The paper emphasizes that modern service marketing should integrate the logistics function not as an auxiliary, but as a central component of the service offer.

Keywords: logistics, logistics service, customer orientation, marketing, marketing services, digital technologies, digitalization.

1.3. Andrii Kalynovskyi ORGANIZATIONAL AND ACCOUNTING ASPECTS OF TOLLING OPERATIONS IN MODERN ENTERPRISES

This work examines the organizational, regulatory, and accounting aspects of operations involving tolling raw materials, which have become widely used in both international and domestic economic practice. The study highlights the advantages such operations provide to processing companies, customers, and the state, while emphasizing the necessity of legislative oversight to prevent economic risks and undue dependence on external contractors. Special attention is given to the influence of contract terms on the accounting system of processing enterprises.

Keywords: tolling operations, tolling raw materials, processing enterprises, accounting system, resource control.

1.4. Oksana Kobylyukh MANAGEMENT OF CUSTOMER DATA IN THE DIGITAL ECONOMY: MODERN APPROACHES AND THE CAPABILITIES OF CRM TECHNOLOGIES

The study highlights key shifts in marketing shaped by strengthened data-privacy requirements and the global move away from third-party cookies. It analyses the transformation of customer-interaction models and the growing importance of first-party data in the digital economy. The work outlines the role of CRM systems in improving analytical accuracy, optimising business processes, and enabling personalised communication. It also summarises scientific findings and modern CRM implementation practices that support companies' adaptation to new market conditions.

Keywords: CRM system; digital marketing; customer analytics; marketing automation.

1.5. Olena Karpii, Nataliia Mashchak BANKING INSTITUTIONS COMPETITIVENESS IN THE CONTEXT OF INCREASING CUSTOMER DEMANDS AND SERVICES DIGITALIZATION

Competition among banking institutions is intensifying under the conditions of service digitalization, increasing customer awareness, rising expectations regarding service quality, and the emergence of new players in the financial market, including non-bank fintech companies. In such an environment, a bank's ability to adapt to constant changes, respond quickly to market fluctuations, and implement innovative solutions that ensure the formation of sustainable competitive advantages becomes critically important. Additional challenges are posed by economic instability and geopolitical risks, which further increase the need for flexible management approaches and strategic planning. Studying the factors that determine a bank's competitiveness makes it possible not only to assess its current potential but also to define strategic directions for improving its performance, strengthening its market position, enhancing operational efficiency, and ensuring long-term financial stability.

Keywords: bank competitiveness, financial market, banking institution.

1.6. Yevhenii Podakov MODERN FACTORS OF INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF THE TOURISM INDUSTRY OF UKRAINE

The tourism industry is one of the most profitable segments of the development of the economy of each country. This topic is noticeably relevant and promising for Ukraine both during the full-scale invasion and in the post-war period. The state of the tourism industry affects the development of the tourism industry as a whole, the creation of tourist services, other key segments of the economy - transport, construction, communications, trade, etc. Improving the investment attractiveness of the tourism industry and increasing, on this basis, the volume of investment in this sector of the economy is the main problem, the solution of which depends on the further development of the industry.

Keywords: tourism industry, factors, investments, investment attractiveness, investment attractiveness index, state support.

1.7. Nadiya Yavorska TYPOLOGY OF E-COMMERCE BUSINESS MODELS AND ADAPTED PARAMETERS FOR THEIR COMPREHENSIVE ASSESSMENT

The chapter presents a typology of e-commerce business models based on contemporary monetization mechanisms and structural characteristics. Adapted parameters for their comprehensive assessment have been developed, encompassing financial, operational, consumer and innovation indicators. The proposed approach enables a comparative evaluation of business model efficiency and supports the formulation of evidence-based strategic decisions for the development of e-commerce enterprises.

Keywords: e-commerce; business model; typology; monetization; assessment.

1.8. Olha Hirna SMART SOLUTIONS AS A TOOL FOR OPTIMIZING BUSINESS PROCESSES IN THE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT SYSTEM

The article explores the role of smart solutions as a key tool for optimizing business processes in the supply chain management system. The impact of digital technologies (IoT, AI, Big Data, blockchain) to increase the efficiency, transparency and flexibility of SCM. The main advantages of implementing smart technologies are presented, and the main risks and challenges of digital transformation are outlined.

Keywords: smart solutions, digital transformation, supply chain, business process optimization.

CHAPTER 2. INNOVATIONS IN MODERN MEDICINE AND BIOLOGY

2.1. Oksana Bodnar STATE OF NEURODYNAMIC FUNCTIONS, CENTRAL HEMODYNAMICS AND NON-SPECIFIC RESISTANCE AGAINST PHYSICAL STRESS AND ACQUIRED MYOPIA

Physical activity in comparison with acquired myopia is characterized by urgent adaptation in the activity of the cardiovascular system, and acquired myopia is accompanied by the formation of signs of delayed adaptation; non-specific resistance after physical activity is characterized by significant changes that indicate the formation of functional dysfunction of systemic immunity, and against the background of acquired myopia, signs of functional impairment in the phagocytic immune system and a decrease in immunoreactivity of non-specific anti-infectious defense are formed; the state of neurodynamic functions after physical activity is associated with an increase in the functional activity of the CNS, but the functional mobility of the main nervous processes and central processing of information (stimuli) was the same both against the background of acquired myopia and after physical activity.

Keywords: blood pressure, heart rate, systolic and minute blood volume, regulation of cardiac activity, Robinson and Curdo indices, efficiency ratio, neurodynamic functions, physical activity, acquired myopia.

2.2. Iryna Chen INDICATORS OF NEURODYNAMICS, NON-SPECIFIC RESISTANCE AND CENTRAL HEMODYNAMICS IN THE BACKGROUND OF ACQUIRED MYOPIA (MILD DEGREE)

Acquired myopia of a mild degree is accompanied by the formation of signs of functional load in the activity of the cardiovascular system, as well as the formation of signs of functional load of non-specific anti-infective protection of the body and increased functional activity of the higher parts of the central nervous system, improving the functional mobility of the main nervous processes, which improve central information processing.

Keywords: neurodynamic functions, functional mobility of the main nervous processes, central hemodynamics, systolic and minute blood volume, blood pressure, hemodynamic indices, circulatory efficiency coefficient, regulation of cardiac activity, nonspecific resistance, leukocytes, neutrophils, monocytes, lymphocytes, acquired myopia.

2.3. Vitalii Sheiko IMPACT OF INTERCONTINENTAL TRAVEL ON NEURODYNAMICAL FUNCTIONS AND INDICATORS OF NON-SPECIFIC RESISTANCE

Intercontinental travel causes deterioration of neurodynamic functions of the human body, it is these functions that ensure effective processing of information flows addressed to the sensory systems of the human body, along with this, signs of deterioration of the body's nonspecific anti-infective defense are formed. All of the above indicates the formation of urgent adaptation of the body to rapid movement over relatively long distances in a relatively short time.

Keywords: neurodynamic functions, latent periods of sensorimotor reactions, functional mobility of nervous processes, non-specific resistance of the organism, non-specific link of systemic immunity, intercontinental travel.

CHAPTER 3. INNOVATIVE AND MODERN FOUNDATIONS OF PEDAGOGY AND PSYCHOLOGY

3.1. Mariia Abysova, Tetiana Poda THE IMMERSIVE METHOD IN ENGLISH LANGUAGE TEACHING: THE LINGUOCULTURAL POTENTIAL OF ENGLISH HUMOUR

The study examines the potential of using English humour as a linguocultural resource within the immersive method of teaching English. English humour is conceptualised as a culturally conditioned form of communicative evaluation and as a set of stable strategies of the comic, realised in humorous discourse and grounded in language play, irony, absurdity, and a broad sociocultural background. Drawing on authentic humorous forms, the article substantiates a three-stage model of instructional organisation, progressing from a normative linguocultural framework through a pedagogically controlled “expectation mismatch” to reflective linguocultural analysis. It is shown that this model enables the integrated development of grammatical-lexical, communicative, and linguocultural components of foreign-language communicative competence, including skills of implicit meaning interpretation and participation in small talks.

Keywords: immersive method of teaching, English humour, foreign-language communicative competence.

3.2. Oksana Ivanashko COVITAL INTERACTION AS A DETERMINANT OF SAFE EDUCATIONAL SPACE FORMATION

This research examines covital interaction as a pivotal factor in the development of safe educational spaces in institutions of higher learning. A comprehensive theoretical analysis of the essence of covital interaction has been conducted within the framework of psychology’s humanistic paradigm. The conceptual foundations for creating safe educational environments under current conditions are analyzed, with particular emphasis on the challenges posed by martial law in Ukraine. The key components of safe educational space and practical recommendations for its development are delineated.

Keywords: covital interaction, safe educational space, humanistic paradigm, constructive interaction, psychological safety, educational space stakeholders.

3.3. Olena Nikitina STEM TECHNOLOGIES AS A STRATEGY FOR FORMING MATHEMATICAL COMPETENCE OF YOUNG SCHOOL STUDENTS

The article is devoted to the theoretical substantiation and methodological aspects of the implementation of STEM technologies in primary school in order to form the mathematical competence of younger schoolchildren. Based on the analysis of domestic and foreign research, the content of the STEM approach in the context of the New Ukrainian School is revealed, the psychological and pedagogical features of teaching younger schoolchildren as a basis for organizing research and project activities are outlined. The structural components of the mathematical competence of younger schoolchildren are identified and the possibilities of their development using STEM technology are shown. The pedagogical conditions for the effectiveness of STEM education in primary school are substantiated.

Keywords: STEM education, primary school, young learners, mathematical competence, integrated learning, inquiry-based projects.

CHAPTER 4. Serhii Onyshchenko THEORETICAL BASIS OF THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN TECHNOLOGY LESSONS IN GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS

This section of the collective monograph examines the theoretical foundations of the use of digital technologies in technology lessons in secondary education institutions. Modern approaches to the digitalization of the educational process are analyzed, the possibilities of using multimedia tools, cloud services, virtual laboratories and modeling tools when studying technological disciplines are characterized. The pedagogical conditions for the effective integration of digital technologies into the educational environment and their impact on the formation of technological competence of students are determined. The importance of digital tools for increasing student motivation, individualizing learning and developing practical skills is substantiated. The conclusion is made about the need for systematic training of teachers and the creation of a digital educational space to ensure the quality of technological education.

Keywords: digital technologies, technology lessons, general secondary education institutions, technological education, digitalization, digital competence, multimedia tools, cloud services, virtual laboratories, modeling.

ABOUT THE AUTHORS

CHAPTER 1. MODERN BASICS OF ECONOMICS, MANAGEMENT AND TOURISM

1.1. Ulyana Balyk – PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Marketing and Logistics, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

1.2. Nadiia Vasyltsiv – PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Marketing and Logistics, National University "Lviv Polytechnic", Ukraine

1.3. Andrii Kalynovskyi – PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Foreign Trade and Customs, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

1.4. Oksana Kobylyukh – Senior Lecturer, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

1.5. Olena Karpii – PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Marketing and Logistics, National University "Lviv Polytechnic", Ukraine

Nataliia Mashchak – PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Marketing and Logistics, National University "Lviv Polytechnic", Ukraine

1.6. Yevhenii Podakov – Doctor of Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics and Hotel and Restaurant Busines, Bohdan Khmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University, Melitopol, Ukraine

1.7. Nadiya Yavorska – CSc (Economics), Associate Professor, Head of the Department of Entrepreneurship and Environmental Expertise of Goods, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

1.8. Olha Hirna – PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Marketing and Logistics, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

CHAPTER 2. INNOVATIONS IN MODERN MEDICINE AND BIOLOGY

2.1. Oksana Bodnar – Dr.Sc. (Biology), Professor, Dean of the Faculty of Chemistry and Biology, Professor of the Department of General Biology and Methods of Teaching Natural Sciences, Volodymyr Hnatyuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

2.2. Iryna Chen – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of General Biology and Methods of Teaching Natural Sciences, Volodymyr Hnatyuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

2.3. Vitalii Sheiko – Dr.Sc. (Biology), Professor, Professor of the Department of General Biology and Methods of Teaching Natural Sciences, Volodymyr Hnatyuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

CHAPTER 3. INNOVATIVE AND MODERN FOUNDATIONS OF PEDAGOGY AND PSYCHOLOGY

3.1. Mariia Abysova – Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Political Science, Sociology and Philosophy, State Non-Commercial Company "State University «Kyiv Aviation Institute»", Ukraine

Tetiana Poda – Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor, Teacher of English, Gymnasium of Bilyn of Kovel City Council, Volyn Region, Ukraine

3.2. Oksana Ivanashko – Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Pedagogical and Developmental Psychology, Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine

3.3. Olena Nikitina – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Preschool and Primary Education, Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University, Ukraine

CHAPTER 4. THEORETICAL BASIS OF THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN TECHNOLOGY LESSONS IN GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS

4.1., 4.2. Serhii Onyshchenko – PhD in Pedagogical, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Professional Education and Technologies, Berdyansk State Pedagogical University, Ukraine

Scientific Edition

Series of monographs Slovak Publishing House NES Nová Dubnica s.r.o.

Monograph 4

Promising Scientific Achievements in Science, Education and Production – 2025

Collection of abstracts

The authors are responsible for the selection, accuracy of the facts, quotations and other information

---

Publishing House NES Nová Dubnica s.r.o.
M.Gorkého 820/27, P.O.BOX
018 51 Nová Dubnica, Slovenská Republika
tel. +421-42-4401 209

NES NOVÁ DUBNICA S.R.O.

ISBN 978 – 965 – 8434 – 05 – 4 - 6S

Publishing House NES Nová Dubnica s.r.o.
M.Gorkého 820/27, P.O.BOX
018 51 Nová Dubnica, Slovenská Republika
tel. +421-42-4401 209