1ST INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

CONTEMPORARY SCIENCE: NEW APPROACHES, DISCOVERIES AND PERSPECTIVES

CONFERENCE PROCEEDINGS

DATE
9-10 October, 2026

VENUE
Vienna, Austria

INFORMATION PLATFORM
SCIENCE VECTOR



Learn more about the conference:
science-vector.com

SCIENCE VECTOR

1st International Scientific Conference

«CONTEMPORARY SCIENCE: NEW APPROACHES, DISCOVERIES AND PERSPECTIVES»

Collection of Scientific Papers

9-10 October, 2026

Vienna, Austria

UDC 001(08)

DOI 10.70286/SV-09.10.2026

Contemporary Science: New Approaches, Discoveries and Perspectives. Proceedings of the 1st International Scientific Conference, Vienna, Austria, October 9-10, 2026. Science Vector. 49 p.

The conference materials are published in the original language and in the authors' own version, in the form and length submitted by the authors. The proceedings have been formatted and prepared for publication in a unified style without making any changes to the content of the abstracts. The authors bear full responsibility for the accuracy of the facts presented, the correct use of proper names, quotations, statistical data, specialized terminology, and any other information contained in the materials.

The conference materials are available in open access under the terms of the CC BY-NC 4.0 International license.

SCIENCE VECTOR

© Conference Participants, 2026
© Collection of Scientific Papers, 2026
© Science Vector, 2026
Official website: https://science-vector.com/

CONTENTS

Section: Marketing and Advertising

Пилипенко О.В.
Сегментація споживачів крафтових спецій як основа вибору стратегії позиціювання товару……... 6

Section: Logistics and Transport Technologies

Darushin O.
Logistics & Transport System of Ukraine's Commercial Seaports in The Context of The Security Condition…… 10

Section: Information Systems and Technologies

Гоцалюк Г.П.
Алгоритм вибору інформативних ракурсів 3D-моделі товару для підтримки прийняття рішень на основі візуального сприйняття людини……... 14

Section: Computer Science

Міхав В.В., Єнгаличев С.О., Леуненко О.В.
Узгоджене автомасштабування та контроль перевантаження в архітектурі хмарних програмних рішень……... 17

Міхав В.В., Єнгаличев С.О.
Проєктування і оптимізація баз даних: порівняльний аналіз структур зберігання даних за швидкодією та витратами пам'яті…… 23

Section: Medicine

Семерез О., Марущак М.
Оцінка прогностичної цінності клінічних, функціональних та анамнестичних показників щодо розвитку приглухуватості у хворих на хронічне обструктивне захворювання легень…….. 28

Section: Education and Pedagogy

Іваніга О.В.
Використання інтелектуальних ігор під час викладання англійської мови у ЗВО…… 30

Кирик Ю.А.
Адаптивне навчання іноземної мови майбутніх офіцерів: педагогічні засади персоналізації освітнього процесу……. 34

Демянчук Д.В., Чемерис О.А.
Використання цифрових інструментів адаптивного тестування (Kahoot та Quizizz) для реалізації диференційованого підходу на уроках математики в умовах змішаного навчання……... 39

Section: Construction, Architecture and Geodesy

Babayev Sh.Sh.
Influence Of Ground Settlement Profile Shape on Bending Strains in A Buried Polyethylene Water Pipe…… 43

Babayev Sh.Sh.
Influence Of Local Soil Foundation Stiffness Reduction on Bending of a Buried Polyethylene Water Pipe…… 46

Section: Marketing and Advertising

УДК 339.138:658.8

DOI 10.70286/SV-09.10.2026.001

Сегментація споживачів крафтових спецій як основа вибору стратегії позиціювання товару

Пилипенко Олександр Володимирович
ORCID: 0009-0002-7540-4504
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти, кафедра маркетингу
ПВНЗ «Європейський університет»

Вступ

Ринок спецій об'єднує безліч товарів, які на перший погляд можуть здатися схожими, однак споживачі обирають їх з різних причин. Для одних головним є звичний смак і доступна ціна, для інших - склад суміші, походження сировини або можливість випробувати екзотичні поєднання. Маленький виробник не завжди може запропонувати найнижчі ціни або забезпечити широке охоплення ринку. Тому перед активним просуванням важливо зрозуміти, хто буде цільовою аудиторією продукту і яку потребу він покликаний задовольнити. У сфері аграрного маркетингу сегментація, вибір цільової аудиторії та позиціонування розглядаються як взаємопов'язані управлінські рішення [1;2].

Метою цієї роботи є обґрунтування підходу до попередньої сегментації споживачів крафтових спецій та визначення впливу результатів цього поділу на позиціонування нового продукту. Для досягнення мети використовувалися аналіз наукових джерел, порівняння мотивів купівлі та авторське групування потенційних споживачів за очікуваною користю від продукту. Прикладом служить власний проект з вирощування та переробки зелені і гострих перців у крафтові спеції. Проект знаходиться на стадії розвитку виробничої та маркетингової концепції; наведені сегменти слід розглядати як аналітичні гіпотези, а не як підсумки проведених опитувань чи фактичних продажів.

Основна частина

Сегментація ринку полягає у розподілі споживачів на групи з подібними потребами або поведінкою при виборі товару. Для малого виробника простий поділ за критеріями віку чи географічного розташування може бути недостатнім. Наприклад, два покупці одного віку можуть обрати ту саму спецію через різні причини: один для повсякденного використання, інший - щоб отримати новий смаковий досвід. Тому важливо поєднувати поведінкові характеристики,

очікувану користь, ставлення до нових смаків, чутливість до цін і бажаний формат покупки. На важливість такої персоналізації у маркетингових комунікаціях вказують Н. Коваленко, Ю. Малахова та Ю. Гордєєв [3].

Для попереднього аналізу виділено чотири потенційні групи. Перша - споживачі, які обирають спеції для щоденної кулінарії. Їх цікавлять зрозумілі суміші, стабільний смак, зручність пакування та доступна ціна. У спілкуванні з цією групою слід акцентувати увагу на практичній користі: які страви пасують до спеції, як правильно її дозувати і чим вона відрізняється від звичних магазинних варіантів. Надмірно складна історія бренду тут не замінить конкретної вигоди.

Друга група - це кулінарні ентузіасти, які шукають нових смаків, специфічних сортів перцю, незвичайних поєднань та можливості експериментувати. Для них важливими критеріями є аромат, ступінь гостроти, опис нюансів смаку і рекомендації щодо використання. Іноземні дослідження сприйняття незвичайних поєднань харчових продуктів демонструють різну відкритість до нових смаків серед споживацьких груп [4]. Це не означає, що всі любителі спецій однакові, але підтверджує важливість врахування готовності до кулінарних експериментів як окремого сегментаційного критерію.

Третя група - покупці, для яких важливі походження і метод виробництва. Вони акцентують увагу на самостійному вирощуванні сировини, складі без зайвих домішок, прозорості процесу сушіння та локальних виробниках. Для них позиціювання варто базувати на перевірених характеристиках, а не загальних фразах на кшталт «натуральний» або «крафтовий». В дослідженнях маркетингу крафтової продукції АПК виділяють брендинг, унікальні характеристики продукту та вибір каналів реалізації [5].

Четверта група - професійні покупці: невеликі заклади харчування, кухарі та виробники готових страв. Вони оцінюють спеції за стабільністю якості, передбачуваністю гостроти, наявністю потрібного обсягу і зручністю співпраці. Їхні вимоги відрізняються від потреб роздрібних покупців, тому для цього сегмента варто передбачити окремі формати пакування, зразки для тестування та професійні описи продукції. Включення такого сегмента до стратегії можливе тільки після оцінки здатності виробництва забезпечити повторні замовлення.

Перевірити запропоновані сегменти можна шляхом проведення опитування, яке охоплює частоту використання спецій, мотиви вибору, ставлення до гострих смаків, прийнятну ціну та бажані місця купівлі. Аналіз реакцій на різні описи одного товару, що роблять акцент на смаку, походженні або зручності, сприятиме точнішому визначенню ціннісної пропозиції. Надійність висновків забезпечить достатня кількість респондентів і прозорість у їх відборі.

Для порівняння запропоновано ілюстративну бальну модель чотирьох сегментів за трьома критеріями: відповідність асортименту потребам групи, доступність комунікації та спроможність виробництва забезпечити очікувану якість. Шкала - від 1 (низька відповідність) до 5 (висока). Оцінки наведено як авторські припущення, а не як результати опитування чи вимірювання попиту.

Таблиця 1. Ілюстративна бальна оцінка сегментів (авторські припущення, шкала 1–5).

Сегмент	Асортимент	Комунікація	Якість	Разом
Повсякденне використання	**3**	**4**	**4**	**11**
Кулінарні ентузіасти	**5**	**4**	**4**	**13**
Походження продукту	**5**	**4**	**5**	**14**
Професійні покупці	**3**	**3**	**2**	**8**

Джерело: складено автором. Бали не є результатами емпіричного дослідження.

У представленій моделі найбільші суми отримали сегменти, орієнтовані на походження продукту (14 з 15), та кулінарні ентузіасти (13 з 15). Ці результати відображають лише логіку попереднього відбору, а не доведену комерційну доцільність. Після проведення опитувань, дегустацій і підрахунку собівартості ці оцінки слід переглянути. Після завершення дослідження слід порівняти сегменти за вираженістю потреби, готовністю платити, доступністю каналів просування та відповідністю виробничим можливостям. Навіть перспективний сегмент не варто обирати основним, якщо підприємство наразі не може гарантувати необхідні обсяги чи стабільну якість. Це допомагає узгодити маркетингові обіцянки з реальною пропозицією.

Висновки

Отже, сегментація споживачів є ключовим елементом у формуванні ціннісної пропозиції, виборі асортименту, пакування та розробці комунікаційних стратегій. Для ринку крафтових спецій важливо зосередитися не лише на соціально-демографічних ознаках, але й на споживчих мотивах і способах використання продукту. Чотири запропоновані сегменти сприяють формуванню початкових гіпотез щодо позиціювання, проте їх не можна вважати замінником для фактичного дослідження ринку. Наступним кроком має стати перевірка цих гіпотез через опитування та тестування різних продуктів. Такий підхід дозволить базувати стратегію на реальних потребах клієнтів, а не виключно на уявленнях виробника про переваги свого товару.

Список використаних джерел

1. Коломицева, О., Шевченко, Н., & Сергієнко, О. (2024). Оптимізація стратегії STP-маркетингу аграрних компаній регіону на основі штучного інтелекту та принципів SMART-спеціалізації. Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки, 332(4), 441–446. https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-332-67
2. Одінцов, О., & Пепчук, С. (2024). Стратегічне позиціонування продукції аграрних підприємств в умовах конкуренції. Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки, 334(5), 425–431. https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-334-64

3. Коваленко, Н., Малахова, Ю., & Гордєєв, Ю. (2024). Сегментація цільової аудиторії як елемент стратегічного планування маркетингової активності в соціальних медіа. Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки, 336(6), 370–375. https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-336-58
4. Jürkenbeck, K., von Steimker, F., & Spiller, A. (2024). Consumer's perception of food pairing products with usual, novel and unusual flavour combinations: A segmentation approach. Appetite, 196, 107270. https://doi.org/10.1016/j.appet.2024.107270
5. Данько, Ю. І., & Колодяжна, В. О. (2023). Маркетингові інструменти стратегічного розвитку виробництва крафтової продукції АПК. Управління змінами та інновації, 6, 10–14. https://doi.org/10.32782/CMI/2023-6-2

Section: Logistics and Transport Technologies

Logistics & Transport System of Ukraine's Commercial Seaports in The Context of The Security Condition

Darushin Oleksandr, PhD in Economics, Doctoral student,
Institute of Economics, Management&Business,
Odesa National Technological University, Ukraine

Introduction. Prior to the outbreak of the military conflict with russia in 2022, Ukraine possessed a balanced freight transport system: maritime transport handled the majority of global trade cargo turnover, railways carried the lion's share of domestic freight flows, and road transport seamlessly complemented both modes of transport infrastructure.

Although the transport load was subsequently redistributed to some extent across various transit traffics, the issue of throughput capacity remains a pressing concern for goods and products from Ukrainian manufacturers.

Currently, amidst the ongoing hostilities, systematic missile and drone strikes on transport infrastructure have become a critical challenge. This equilibrium was shattered within the first few weeks of the war: ports were blockaded, airroutes was closed, and sections of roads and bridges were destroyed or found themselves within active combat zones.

Disruptions to supply chains and military operations-compounded by market fluctuations, legislative changes, and rising consumer demands-significantly complicate the operations of commercial river & seaports, heighten uncertainty within logistics processes.

Research objective. Defining objectives makes it possible to outline desired outcomes for the freight logistics sector and risk management within the transport system, as well as to establish broad strategic approaches for achieving these goals under prevailing security conditions.

The expected outcomes of implementing these measures include increased reliability of logistics processes, improved resource utilization in seaports, and a reduction in the negative impact of external and internal risk factors on operational performance [1].

Economic factors determine the financial capacity of sea and river commercial ports to implement logistics risk management measures, whereas technological processes dictate the level of logistics infrastructure development and the use of modern infrastructure systems within these ports.

Organizational factors seaports relate to the efficiency of management structures and processes, while social factors concern workforce qualifications and levels of

responsibility. Market factors river ports exert influence through demand fluctuations, competition & market instability, whereas regulatory factors operate through the legal framework governing the activities of river & sea commercial ports. It is emphasized that an effective logistics risk management system must be integrated into the overall ukrainian port infrastructure strategy [2].

Despite critically tight timeframes, carriers, cargo owners, and logistics operators demonstrated an exceptionally rapid response. New logistics corridors were established, with new cargo traffic routes formed within a matter of months. Other directions were actively developed: the Romanian route via Izmail to the river ports of Galați & Constanța; the Slovak and Hungarian corridors and the Moldova route via the commercial port of Giurgiulești [3].

Each of these routes has its own specific characteristics regarding cargo, tariffs, customs clearance speed, and congestion levels. These new logistics routes have become vital for sustaining Ukraine's foreign trade amidst limited access to maritime routes & hubs [4].

Changes in logistics and trade geography: a) new logistics schemes: Ukraine has begun actively utilizing multimodal transport, a practice previously uncommon at this scale; b) despite a significant drop in volumes, the country managed to maintain foreign trade activity by rapidly pivoting to overland logistics corridors and hubs.

Logistics schemes involving the sequence "road transport → rail → port → vessel" are becoming pivotal for grain and metal exports, enabling a flexible response to the security situation and the throughput capacity of various routes.

Impact on global trade: the transformation of the transport system has profoundly influenced Ukraine's foreign trade activities [5]. The logistics market, having demonstrated resilience during the war, holds the potential for significant strengthening once the conflict ends.

These changes illustrate the Ukrainian economy's ability to adapt to challenging conditions by reconfiguring logistics chains and seeking new avenues to sustain foreign trade activity [6].

To establish the context for a supply chain risk management system, it is essential to clearly define the key elements of its operation-specifically the objectives, strategies, scope of application, and operational parameters of commercial ports [7]. A logistics risk management system is a comprehensive, continuous process encompassing the identification, assessment, and monitoring of risks-as well as the response to them-within the logistics chains of commercial ports.

As it is based on a systems approach and takes into account the influence of the internal and external business environment [8]. Logistics encompasses a wide range of operations, extending from the supply of raw materials to the delivery of finished products to consumers; it is precisely at these stages that significant uncertainty arises regarding the conditions of goods supply and service provision by suppliers [9].

Uncertainty in the external business environment, supply disruptions, price fluctuations, transport delays, and other factors can significantly impact the performance of Ukraine's commercial ports [10].

Employing modern strategy risk management & approaches enhances the efficiency of logistics processes within port infrastructure, thereby mitigating potential losses and ensuring the stable operation of commercial river & seaports amidst uncertainty and the security situation in Ukraine [11].

Conclusions. The study demonstrates that logistics processes constitute a complex, multifaceted phenomenon accompanying every stage of material, information, and financial flows within seaports; their nature is shaped by both the internal organization of logistics processes and the influence of the external business environment.

Thus, the analysis clearly shows that the industry possesses significant logistics potential and strengths, alongside certain weaknesses. The "transport visa-free" agreement with the EU has emerged as a key factor in supporting global trade. The logistics and transport system and the infrastructure sector have successfully reoriented toward new routes, adapted to changing security conditions, and integrated into the EU logistics network.

References

1. Hutsaliuk O.M. (2024). *Technological Synergy of Engineering Integrating in Digitalization Economy, Nanotechnology and Intelligent Digital Marketing for Corporate Enterprises inProvisions of their Economic Security.* Nanotechnology Perceptions. 20 No. S8. 348–366.
2. Zakharchenko O.V. (2024). *Economic component effectiveness of chartering and impact of uncertainty on commercial&operational exploitation of vessels under modern conditions.* "Grail of science". No. 45. 175-185.
3. Kramskyi S.O. (2025). *Theoretical basis of maritime transport markets management in modern conditions of uncertainty.* "Grail of science". No.48. 158-165.
4. Yevdokimova O.M. (2025). *Management processes of infrastructure projects and programs in the sphere of water transport during turbulence in Ukraine.* "Business Navigator". No. 1(78). 274-278.
5. Kolodinskyi S.B. (2023). *Conceptual model for managing the phases of implementation of infrastructure projects and programmes in the post-war period.* Scientific Bulletin of Mukachevo State University. Series "Economics", No. 10(3). 33-40.
6. Zakharchenko O.V. (2024). *Analysis of the economic dynamics of the functioning of shipping and maritime transport chartering in Ukraine.* "Grail of science". No. 46. 309-318.
7. Labunets I.Yu. (2023). *Conceptual provisions of the formation of cargo flows of maritime transport of Ukraine in the security measure in the post-war period.* Economic Innovations. vol.25. No. 4(89). 68-78.
8. Zakharchenko O.V. (2024). Optional mechanism for formation of freight business strategies of shipping companies. "Business Navigator". No. 3(76). 116-123.

9. Kramskyi S.O. (2024). *Analysis of organizational and economic approaches to management and chartering parameters in conditions of uncertainty of vessel work.* "Grail of science". No. 44. 181-191.
10. Tseller V.I. (2025). *Economic optimization and strategic resilience of multimodal logistics networks in Ukraine: an economic analysis of the efficiency deficit in turbulence.* "Economy and society". No.80. 1-7. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-80-102
11. Kramskyi S.O. (2024). *A comprehensive approach to the operation of vessels within the framework of economic and production freighting in conditions of uncertainty of the parameters of transport processes.* "Grail of science". No. 47. 197-204.

Section: Information Systems and Technologies

Алгоритм вибору інформативних ракурсів 3D-моделі товару для підтримки прийняття рішень на основі візуального сприйняття людини

Гоцалюк Геннадій Петрович, аспірант,
Луцький національний технічний університет, Україна

У системах електронної комерції користувач приймає рішення про вибір товару за його цифровим представленням. Фотографії та тривимірні моделі дають змогу оглядати зовнішні ознаки об'єкта, проте сама наявність 3D-моделі не гарантує, що користувач побачить характеристики, потрібні для конкретного рішення. Наприклад, загальний вигляд виробу може не показувати форму кріплення, конфігурацію роз'ємів або особливості робочої поверхні. Тому поряд із реконструкцією об'єкта доцільно розглядати алгоритмічний вибір способу його демонстрації.

Метою роботи є формулювання підходу до вибору інформативних ракурсів 3D-моделі товару відповідно до завдання користувача. Пропонується поєднати оцінювання видимості значущих ознак, достовірності реконструйованих ділянок і дублювання інформації між ракурсами. Підхід розвиває напрям автоматизації 3D-сканування та пов'язує підготовку цифрової моделі із підтримкою прийняття рішень на основі візуального сприйняття людини.

Сучасні дослідження 3D-реконструкції поєднують класичні фотограмметричні методи з навчанням нейронних мереж. Огляд Wang et al. (2026) охоплює Structure-from-Motion, Multi-View Stereo, реконструкцію поверхонь і нові підходи на основі NeRF, 3D Gaussian Splatting та моделей прямого прогнозування геометрії. Автори наголошують на необхідності оцінювати геометричну точність і надійність окремо від візуальної реалістичності. Прикладом нейромережевого підходу є VGGT, що за вхідними зображеннями прогнозує параметри камер, карти глибини, карти тривимірних точок та їхні траєкторії (Wang et al., 2025). У запропонованій системі результат реконструкції розглядається як вхід для окремого модуля підготовки візуального представлення.

Для автоматизації отримання даних Chen et al. (2024) запропонували GenNBV – політику вибору наступного ракурсу на основі навчання з підкріпленням. Вона орієнтована на активну 3D-реконструкцію та узагальнення на невідомі об'єкти. У цій роботі розглядається інше цільове завдання: вибір оглядів уже побудованої моделі, які демонструють ознаки, потрібні людині для рішення. Значущість формату та повноти візуально поданої інформації досліджували Hjelle et al. (2024) в експерименті з аналітичними панелями. Оскільки цей результат отримано для іншого типу інтерфейсу, ефективність

рекомендованих ракурсів товару потребує окремої перевірки за участю користувачів.

Нехай M – тривимірна модель, $F = \{f_1, \ldots, f_m\}$ – множина ознак, важливих для завдання, а V – скінченна множина допустимих ракурсів. Ознаки можуть задаватися вручну для категорії товару або надходити з його опису. Кожній ознаці f_i надається вага $w_i \geq 0$, причому сума ваг дорівнює одиниці. Вага відображає значущість ознаки для рішення, а не лише її помітність на зображенні.

Для ознаки f_i та ракурсу v пропонується обчислювати показник $a_i(v)$ у межах від нуля до одиниці. Він має враховувати частку видимої поверхні ознаки, її проєкційний розмір та ступінь перекриття іншими частинами об'єкта. Окремо вводиться $q_i(v)$ – нормований показник надійності даних про відповідну ділянку. Його можна оцінювати за кількістю вихідних спостережень, похибкою репроєкції та узгодженістю реконструкції. Такий показник є індикатором якості даних і не трактується як імовірність без спеціального калібрування.

Інформативність набору відібраних ракурсів S пропонується визначати за функцією:

$$U(S) = \Sigma_i \, w_i \max_{v \in S} [a_i(v) q_i(v)] - \lambda R(S) - \mu C(S).$$

Тут R(S) – нормована міра повторення однакових видимих ділянок у різних ракурсах, C(S) – нормована вартість демонстрації набору, а λ і μ – невід'ємні коефіцієнти штрафу. Для порожнього набору значення максимуму приймається рівним нулю. Вартість може враховувати кількість ракурсів і обсяг даних для завантаження. Видимість, перекриття і розмір ознаки на екрані є обчислюваними наближеннями інформативності; вони не замінюють безпосереднього оцінювання сприйняття людиною.

Алгоритм починається з побудови набору кандидатних положень камери навколо об'єкта та вилучення ракурсів, у яких значущі ознаки не потрапляють у поле зору. Далі для кожного кандидата оцінюються показники видимості та надійності. На кожному кроці до набору S додається ракурс із найбільшим додатним приростом U(S). Відбір завершується, коли досягнуто заданої кількості ракурсів або приріст стає меншим за встановлений поріг. Це евристичний алгоритм; гарантія глобальної оптимальності для наведеної функції не стверджується.

Наприклад, під час вибору корпусу електронного пристрою користувачу можуть бути важливі загальна форма, розташування роз'ємів і спосіб кріплення. У такому разі система має відібрати огляди, які разом показують ці ознаки, а не кілька подібних фронтальних зображень. Для порівняння різних товарів доцільно використовувати узгоджені положення камер і масштаб. Якщо фізичний масштаб моделі не встановлений, система повинна подавати перевірені розміри окремо, оскільки перспективне зображення саме по собі не підтверджує габаритів.

Програмне забезпечення може мати клієнт-серверну архітектуру. Сервер виконує реконструкцію, формує метадані якості та розраховує рекомендовані ракурси. Клієнтський модуль демонструє відібрані огляди, дає змогу обертати модель і переходити до потрібної ознаки. Ділянки з недостатніми вихідними даними позначаються як неперевірені. Автоматично добудовану геометрію слід

відрізняти від реконструкції, підтвердженої зображеннями, щоб правдоподібний вигляд не створював необґрунтованої впевненості у властивостях товару.

Перевірку підходу пропонується проводити шляхом порівняння трьох умов: стандартного набору фотографій, 3D-моделі з вільним обертанням і 3D-моделі з рекомендованими ракурсами. Учасники мають виконувати однакові завдання з визначення ознак і вибору товару за наперед заданими критеріями. Основні показники – частка правильних відповідей, час виконання та кількість пропущених значущих ознак; суб'єктивну впевненість варто оцінювати окремо від правильності.

Для зменшення впливу порядку демонстрації умови слід чергувати між учасниками, а завдання розподіляти між зіставними товарами. Необхідно фіксувати розмір екрана, спосіб керування, якість моделей і час завантаження. Технічне оцінювання має охоплювати час відбору ракурсів, обсяг переданих даних і стійкість рекомендацій до дефектів реконструкції. Значення ваг і штрафів слід налаштовувати на окремому наборі завдань та перевіряти на даних, які не використовувалися під час налаштування.

Запропоновано підхід до відбору ракурсів 3D-моделі товару, у якому значущість ознак для рішення поєднується з їх видимістю та надійністю реконструкції. Сформульовано цільову функцію і послідовність евристичного відбору, визначено роль серверного та клієнтського модулів. Очікувана практична користь полягає в організації огляду ознак, потрібних користувачу для обґрунтованого вибору.

Подальша робота передбачає реалізацію прототипу, уточнення показників видимості та експериментальну перевірку за участю користувачів. Ефективність підходу має встановлюватися за правильністю і швидкістю виконання завдань, а також за здатністю інтерфейсу повідомляти про недостатню достовірність даних. Зменшення часу прийняття рішення або підвищення його якості на цьому етапі розглядається як гіпотеза, що потребує перевірки.

Список використаних джерел

1. Chen, X., Li, Q., Wang, T., Xue, T., & Pang, J. (2024). GenNBV: Generalizable next-best-view policy for active 3D reconstruction. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 16436–16445). https://openaccess.thecvf.com/content/CVPR2024/html/Chen_GenNBV_Generalizable_Next-Best-View_Policy_for_Active_3D_Reconstruction_CVPR_2024_paper.html
2. Hjelle, S., Mikalef, P., Altwaijry, N., & Parida, V. (2024). Organizational decision making and analytics: An experimental study on dashboard visualizations. *Information & Management, 61*(6), Article 104011. https://doi.org/10.1016/j.im.2024.104011
3. Wang, J., Chen, M., Karaev, N., Vedaldi, A., Rupprecht, C., & Novotny, D. (2025). VGGT: Visual geometry grounded transformer. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 5294–5306). https://openaccess.thecvf.com/content/CVPR2025/html/Wang_VGGT_Visual_Geometry_Grounded_Transformer_CVPR_2025_paper.html

Section: Computer Science

DOI 10.70286/SV-09.10.2026.002

Узгоджене автомасштабування та контроль перевантаження в архітектурі хмарних програмних рішень

Міхав Володимир Володимирович – доктор філософії з комп'ютерної інженерії, викладач кафедри інформаційних технологій, Приватна установа «Університет науки, підприємництва та технологій» (SET University), Київ, Україна
ORCID: 0000-0003-4816-4680.
Єнгаличев Сергій Олександрович – доктор філософії з комп'ютерних наук, викладач кафедри інформаційних технологій, Приватна установа «Університет науки, підприємництва та технологій» (SET University), Київ, Україна
ORCID: 0000-0001-5298-2251.
Леуненко Олексій Володимирович – старший викладач кафедри кібербезпеки та інформаційних технологій, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, Харків, Україна
ORCID: 0000-0001-6864-0029.

Вступ

Еластичність хмарної інфраструктури не гарантує дотримання цільового рівня сервісу (Service Level Objective, SLO). Під час сплесків навантаження нові репліки стають готовими із затримкою, черга зростає, а спільна база даних може обмежувати пропускну здатність усієї системи. Тому рішення про масштабування слід узгоджувати з допуском запитів і ресурсами залежних сервісів.

Сучасні дослідження розглядають взаємозалежності мікросервісів і багаторівневе керування ресурсами (Xu et al., 2026; Wang et al., 2024). Мета роботи – обґрунтувати архітектурну схему узгодженого автомасштабування та контролю перевантаження для асинхронних хмарних застосунків. Методи: аналіз першоджерел, архітектурне моделювання та розрахунок балансу потоку завдань. Робота має проєктно-аналітичний характер; наведені числові значення є модельним прикладом.

Основна частина

Архітектура та межі керування

Об'єкт розгляду – застосунок із незалежними від стану обробниками, обмеженою стійкою чергою та спільною базою даних. Завдання одного класу мають порівнювану ресурсоємність. Схема на рис. 1 поєднує два контури: швидкий змінює інтенсивність допуску та ліміти паралельності, повільний – кількість реплік. Керування допуском діє на вході, до постановки завдання в чергу.

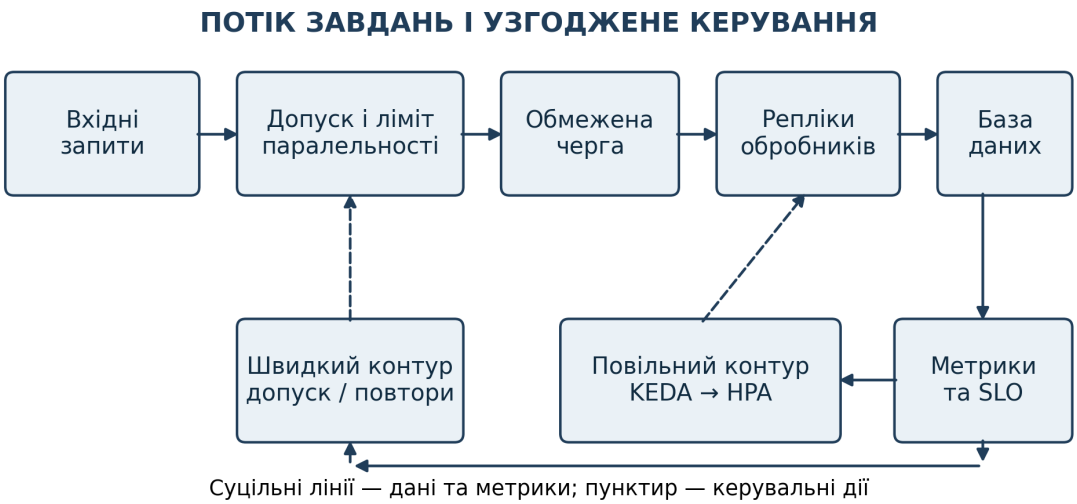


Рис. 1. Архітектура узгодженого керування (розроблено авторами)

Телеметрія охоплює довжину й вік черги, кількість готових реплік, наскрізну тривалість виконання, відмови та стан бази даних. Стрілка від бази даних до блоку метрик умовно позначає агрегування спостережень з усіх компонентів. Контролери використовують спільні оцінки навантаження, але змінюють різні параметри, що запобігає конкуренції за одну керувальну змінну.

Kubernetes HPA підтримує зовнішні та користувацькі метрики, а також декілька метрик одночасно; отже, проблема не зводиться до обмежень CPU-орієнтованого масштабування (Kubernetes, n.d.). KEDA може передавати сигнали подій до HPA (KEDA, n.d.). У запропонованій схемі кількість реплік змінює один HPA, створений або керований KEDA; окремий контролер допуску не записує значення replicas.

Таке розділення узгоджується з дослідженнями багаторівневого керування Autothrottle та спільного контролю перевантаження й масштабування TopFull (Wang et al., 2024; Park et al., 2024). Внесок цієї роботи полягає у формалізації доступного для реалізації правила, яке пов’язує надходження завдань, ліквідацію черги та ресурсну межу залежного сервісу.

Розрахунок потреби в репліках

SLO визначимо для частки початкових коректних запитів, успішно завершених до дедлайну D. Для когорти запитів, що надійшли у вікні W, показник обчислюється після спливу всіх відповідних дедлайнів:

$$G(W) = \frac{N_{\text{усп},\leq D}(W)}{N_{\text{кор}}(W)} \geq s* \quad (1)$$

де $N_{кор}$ – кількість початкових коректних запитів; $N_{усп,\leq D}$ – кількість таких запитів, успішно завершених не пізніше D від надходження; s* – цільова частка. Відхилення через перевантаження та тайм-аути залишаються у знаменнику; повтори не утворюють нових початкових запитів. Це унеможливлює штучне поліпшення показника шляхом відкидання складних запитів.

Нехай $\hat{\lambda}$ – оцінка інтенсивності надходження завдань до адаптивного обмеження допуску, завдань/с; Q – кількість завдань у черзі; H – горизонт її

скорочення, с; $\hat{\mu}$ – продуктивність готової репліки за достатнього навантаження і фіксованої паралельності, завдань/с; ρ – коефіцієнт використання продуктивності, $0 < \rho < 1$. Запас $(1 - \rho)$ враховує мінливість навантаження. Із наближеного балансу $\rho n\hat{\mu} - \hat{\lambda} \geq Q/H$ випливає:

$$n_{\text{потр}} = \left\lceil \frac{\hat{\lambda} + Q/H}{\rho\hat{\mu}} \right\rceil \quad (2)$$

Формула (2) є евристикою планування за усередненими потоками. Вона припускає приблизно лінійне збільшення пропускної здатності до насичення спільних ресурсів. Горизонт H не є гарантією індивідуальної затримки D. Для неоднорідних завдань потрібні окремі класи та зважені оцінки роботи; неконтрольовані повтори порушують прийнятий баланс. Оцінку надходження слід вимірювати до обмеження допуску: інакше відхилення запитів приховає незадоволений попит. За насичення БД продуктивність репліки переоцінюють, а рішення про масштабування перевіряють за станом залежностей.

Ресурсну межу та цільову кількість реплік визначимо так:

$$n_{\text{меж}} = \min\left(n_{\text{квота}}, \left\lfloor \frac{C_{\text{БД}}}{c_{\text{реп}}} \right\rfloor, n_{\text{бюджет}}\right) \quad (3)$$

$$n_{\text{ціль}} = \min\left(n_{\text{меж}}, \max\left(n_{\text{мін}}, n_{\text{потр}}\right)\right) \quad (4)$$

Тут $n_{\text{квота}}$ і $n_{\text{бюджет}}$ – допустимі кількості реплік за обчислювальними квотами та бюджетом; $C_{\text{БД}}$ – доступний застосунку бюджет з'єднань із БД після резервування для інших клієнтів і оновлень; $c_{\text{реп}}$ – максимальний розмір пулу з'єднань репліки; $n_{\text{мін}}$ – мінімальна кількість прогрітих реплік. Необхідно забезпечити $1 \leq n_{\text{мін}} \leq n_{\text{меж}}$. Обмеження з'єднань є лише необхідною умовою: затримки запитів, блокування й насичення вводу-виводу контролюються окремо.

Аналітичний приклад і поведінка при перевантаженні

Нехай $\hat{\mu} = 20$ завдань/с, $\rho = 0{,}7$, $\hat{\lambda} = 140$ завдань/с, $Q = 600$ завдань, $H = 60$ с. Тоді $n_{\text{потр}} = \lceil (140 + 600/60)/(0{,}7 \cdot 20) \rceil = 11$. За $C_{\text{БД}} = 100$ з'єднань і $c_{\text{реп}} = 10$ з'єднань, якщо інші обмеження не жорсткіші, $n_{\text{меж}} = 10$. Рис. 2 відображає розрахунок для різних інтенсивностей надходження за фіксованих інших параметрів.

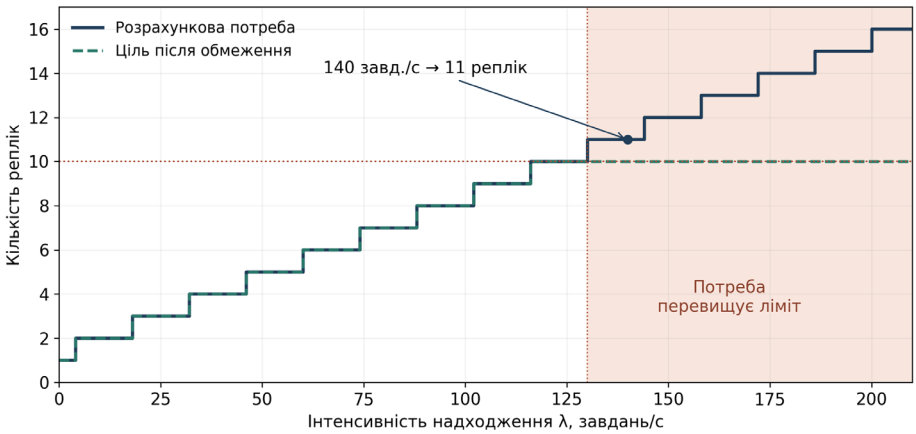


Рис. 2. Розрахункова потреба та ресурсне обмеження реплік
(авторський модельний розрахунок; Q/H = 10 завдань/с)

За десяти готових реплік планова продуктивність із резервом становить 0,7 · 10 · 20 = 140 завдань/с. Для скорочення черги на 10 завдань/с допустимий потік дорівнює 130 завдань/с. Отже, просте обмеження $n_{ціль}$ десятьма репліками не забезпечує одночасно задані запас продуктивності та темп скорочення черги. Це не доводить фізичної нестійкості системи: висновок стосується саме прийнятої моделі планування.

До готовності нових реплік допуск спирається на фактичне $n_{готов}$, а не на $n_{ціль}$. За восьми готових реплік відповідна модельна межа становить 0,7 · 8 · 20 − 10 = 102 завдання/с. За погіршення стану БД допуск зменшують додатково. Якщо відхилення допустимі контрактом, клієнт отримує явну відповідь про перевантаження; інакше потрібне попереднє резервування місткості або перегляд контракту. В обох випадках вплив на SLO оцінюють за (1).

Приклади реалізації в AWS

Контейнерний сценарій – асинхронне формування звітів: Amazon SQS зберігає завдання, обробники Amazon ECS на AWS Fargate формують результати, а Amazon RDS зберігає їхній стан. AWS пропонує масштабувати ECS за кількістю повідомлень на запущене завдання, обчисленою через CloudWatch metric math (Amazon Web Services, n.d.-c). У цій реалізації Application Auto Scaling замінює HPA; одночасне керування тією самою кількістю реплік двома механізмами не потрібне.

Наприклад, за послідовної обробки повідомлення протягом 0,2 с та допустимого очікування 8 с орієнтир становить 8/0,2 = 40 повідомлень на обробник. За черги 480 повідомлень і восьми обробників фактичне значення 60 перевищує цей орієнтир; розрахункова потреба – 12 обробників. Це оцінка за чергою, а не результат застосування (2): додатково перевіряються потік надходження та ресурсна межа. Метрика RunningTaskCount не замінює перевірку готовності застосунку. Граничну місткість черги з рис. 1 слід реалізувати політикою допуску перед SQS, а не ототожнювати з параметром місткості сервісу.

Безсерверний сценарій – обробка подій замовлень через SQS і AWS Lambda. У стандартному режимі джерела подій параметр MaximumConcurrency обмежує паралельні виклики; за налаштованої reserved concurrency її значення має покривати суму лімітів усіх SQS-джерел функції (Amazon Web Services, n.d.-a). Наприклад, ліміти 12 і 8 вимагають щонайменше 20 зарезервованих одночасних виконань за відсутності інших джерел. Це не резерв прогрітих середовищ. Для перенесення (2) репліку замінюють одиницею паралельного виконання, а продуктивність оцінюють з урахуванням розміру пакета. Обмеження споживачів саме по собі не обмежує надходження в SQS.

На рівні БД Amazon RDS Proxy повторно використовує з’єднання між транзакціями, однак закріплення сесії за з’єднанням (pinning) зменшує ефект мультиплексування (Amazon Web Services, n.d.-b). Тому клієнтські з’єднання до проксі не можна механічно підставляти як фізичні з’єднання БД у (3). Потрібні вимірювання фактичного використання пулу та затримок транзакцій. Проксі

пом’якшує витрати керування з’єднаннями, проте не компенсує повільні SQL-запити або блокування.

Умови реалізації та перевірки

Черга має граничну місткість і політику роботи з простроченими завданнями. Для доставки щонайменше один раз необхідні ключі ідемпотентності та дедуплікація побічних ефектів. Повторні спроби обмежуються бюджетом, експоненційною затримкою та випадковим розсіюванням; дублювання повторів на декількох рівнях слід уникати, оскільки воно підсилює перевантаження (Forero Cuervo, 2016).

Інтервал масштабування має враховувати час запуску контейнерів і підготовки вузлів. Мінімальна прогріта місткість зменшує ризик порушення коротких дедлайнів. Для скорочення кількості реплік потрібні стабілізація та коректне завершення обробників: припинення отримання нових завдань, завершення поточних або безпечне повернення їх у чергу (Kubernetes, n.d.; KEDA, n.d.). Реалізація має також обробляти застарілі чи відсутні метрики; відсутність спостережень не можна трактувати як нульове навантаження.

Експериментальна перевірка передбачає зіставлення трьох конфігурацій: HPA за CPU, масштабування за чергою та запропоноване узгоджене керування. Слід зафіксувати однакові ресурси, характеристики завдань, гарантії доставки й максимальну місткість. Сценарії мають охоплювати сталий потік, короткий сплеск, повільний запуск реплік і деградацію БД. Для кожного сценарію потрібні повторні прогони та оцінка розкиду результатів.

Основні показники – G(W), p95 і p99 наскрізної затримки з явним зазначенням вибірки, частка відхилень і тайм-аутів, вік черги, частота змін числа реплік та репліко-секунди. Затримки лише успішних запитів слід подавати разом із часткою невдач. Вартість доцільно нормувати на своєчасно завершений початковий запит.

Висновки

Обґрунтовано архітектуру, у якій автомасштабування, допуск завдань і обмеження залежних сервісів утворюють узгоджену систему керування. Розрахункове правило пов’язує потік надходження, темп скорочення черги та доступну кількість реплік. Аналітичний приклад показує, чому досягнення ресурсної межі потребує зміни допуску, а не лише зміни цільового числа реплік.

Приклади ECS/SQS, Lambda та RDS Proxy конкретизують перенесення схеми в AWS: змінюються механізми масштабування й одиниці паралельності, але зберігається потреба контролювати допуск та залежні ресурси. Практична цінність полягає в узгодженні планування місткості з вимогами до надійності й вартості. Подальша робота – експериментальна перевірка за змінної продуктивності реплік і неоднорідного навантаження.

Список використаних джерел

1. Amazon Web Services. (n.d.-a). *Configuring scaling behavior for SQS event source mappings*. https://docs.aws.amazon.com/lambda/latest/dg/services-sqs-scaling.html
2. Amazon Web Services. (n.d.-b). *RDS Proxy concepts and terminology*. https://docs.aws.amazon.com/AmazonRDS/latest/UserGuide/rds-proxy.howitworks.html
3. Amazon Web Services. (n.d.-c). *Scale Amazon ECS services based on an Amazon SQS queue*. https://docs.aws.amazon.com/AmazonECS/latest/developerguide/service-autoscaling-queue.html
4. Forero Cuervo, A. (2016). Handling overload. In B. Beyer, C. Jones, J. Petoff, & N. R. Murphy (Eds.), *Site reliability engineering: How Google runs production systems*. O'Reilly Media. https://sre.google/sre-book/handling-overload/
5. KEDA. (n.d.). *Scaling Deployments, StatefulSets & Custom Resources*. KEDA 2.18 documentation. https://keda.sh/docs/2.18/concepts/scaling-deployments/
6. Kubernetes. (n.d.). *Horizontal pod autoscaling*. Retrieved October 4, 2026, from https://kubernetes.io/docs/concepts/workloads/autoscaling/horizontal-pod-autoscale/
7. Park, J., Park, J., Jung, Y., Lim, H., Yeo, H., & Han, D. (2024). TopFull: An adaptive top-down overload control for SLO-oriented microservices. In *Proceedings of the ACM SIGCOMM 2024 Conference* (pp. 876–890). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3651890.3672253
8. Wang, Z., Li, P., Liang, C.-J. M., Wu, F., & Yan, F. Y. (2024). Autothrottle: A practical bi-level approach to resource management for SLO-targeted microservices. In *21st USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI 24)* (pp. 149–165). USENIX Association. https://www.usenix.org/conference/nsdi24/presentation/wang-zibo
9. Xu, M., Liao, J., Wen, L., Wu, H., Ye, K., Buyya, R., & Xu, C. (2026). *Auto-scaling approaches for microservice applications: A survey and taxonomy* (Version 2) [Preprint]. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2507.17128

DOI 10.70286/SV-09.10.2026.003

Проєктування і оптимізація баз даних: порівняльний аналіз структур зберігання даних за швидкодією та витратами пам'яті

Міхав Володимир Володимирович – доктор філософії з комп'ютерної інженерії, викладач кафедри інформаційних технологій, Приватна установа «Університет науки, підприємництва та технологій» (SET University), Київ, Україна; ORCID: 0000-0003-4816-4680
Єнгаличев Сергій Олександрович – доктор філософії з комп'ютерних наук, викладач кафедри інформаційних технологій, Приватна установа «Університет науки, підприємництва та технологій» (SET University), Київ, Україна; ORCID: 0000-0001-5298-2251

Вступ

Ефективність інформаційної системи залежить від узгодженості фізичної організації даних із профілем навантаження. Під час проєктування бази даних потрібно враховувати частки точкових і діапазонних запитів, інтенсивність оновлень, обсяг оперативної пам'яті та характеристики накопичувачів. Прискорення одних операцій може збільшувати витрати інших або потребувати додаткового простору. Ці компроміси описує гіпотеза RUM (Read–Update–Memory), що пов'язує накладні витрати читання, оновлення та використання пам'яті або сховища (Athanassoulis et al., 2016). За цією гіпотезою оптимізація двох складових пов'язана з обмеженнями на поліпшення третьої; характер компромісу залежить від організації доступу.

Метою роботи є систематизація критеріїв вибору фізичної організації даних і структур доступу та розроблення концептуальної процедури їх порівняння за швидкодією й ресурсними витратами. Метод дослідження - порівняльний аналіз наукових публікацій і узагальнення властивостей розглянутих підходів. Робота має оглядово-аналітичний характер; власні експериментальні вимірювання не проводилися. Авторська пропозиція полягає в поєднанні системи критеріїв, нормованої функції витрат і послідовності вибору допустимих конфігурацій.

Основна частина

Порівняння слід проводити на двох пов'язаних рівнях. Перший - подання записів: рядкове, стовпчикове або гібридне. Другий - організація зберігання та доступу: невпорядковане розміщення записів (heap), B^+-дерева, хешування та дерева лог-структурованого злиття (Log-Structured Merge-tree, LSM). Ці рішення не утворюють єдиного набору взаємовиключних альтернатив: рядкове подання може поєднуватися з B^+-деревом або хеш-індексом. Тому об'єктом практичного вибору є конфігурація, що визначає подання даних, структури доступу та їхні параметри.

Для невпорядкованого рядкового зберігання без придатного індексу за атрибутом пошуку знаходження запису в загальному випадку потребує перегляду O(N) записів, де N - їх кількість. Відсутність вторинного індексу сама по собі цього не означає, оскільки доступ може забезпечувати первинний або кластеризований індекс. Heap-організація не потребує підтримання впорядкованого індексу та може бути придатною для послідовного додавання і повного сканування. Водночас її фактичні накладні витрати залежать від формату сторінок, журналювання та механізмів керування версіями.

B^+-дерево підтримує точковий пошук і впорядкований обхід діапазонів. Висота збалансованого дерева зростає логарифмічно з кількістю ключів; вартість діапазонного запиту додатково залежить від кількості результатів і розміщення відповідних записів. Підтримання індексу потребує простору й оброблення змін індексованих даних; вставка в заповнену сторінку може спричинити її розщеплення. Отже, кількість індексів слід визначати за користю для запитів і витратами їх підтримання, а не лише за швидкістю читання.

Хешування орієнтоване на пошук за рівністю. За належного розподілу ключів і контрольованого коефіцієнта заповнення очікувана кількість базових операцій пошуку становить O(1). Це не гарантує найменшої затримки конкретної СУБД: результат залежить від колізій, кешування та звернень до накопичувача. Хеш-індекс не забезпечує природного впорядкованого доступу для діапазонних запитів. На прикладі PostgreSQL відмінність між підтримкою рівності й діапазонів для B-tree та лише рівності для hash-індексів прямо визначена документацією (PostgreSQL Global Development Group, n.d.).

LSM-дерева накопичують зміни в пам’яті та переносять їх до компонентів на накопичувачі, які періодично зливаються й ущільнюються (compaction). Така організація зменшує частку випадкових записів завдяки буферизації, але створює додаткове читання й перезапис даних під час злиття (O’Neil et al., 1996). Результат залежить від політики злиття, кількості компонентів і розподілу пам’яті. Monkey оптимізує розподіл пам’яті фільтрів Блума для зменшення витрат точкового читання, а Dostoevsky досліджує компроміси між оновленням, пошуком і додатковим простором (Dayan et al., 2017; Dayan & Idreos, 2018).

Практичний приклад MyRocks демонструє можливість зменшення зайнятого простору порівняно з InnoDB для навантаження соціального графа Facebook. Водночас автори описують складнощі діапазонних запитів і потребу в кешуванні та фільтрах Блума (Matsunobu et al., 2020). Ці результати характеризують конкретну реалізацію й навантаження. Зменшення обсягу фізичних записів не можна автоматично ототожнювати зі зменшенням затримки кожного оновлення, особливо під час фонових злиттів.

Стовпчикове подання може скорочувати обсяг читання, коли запит обробляє багато рядків, але використовує лише частину атрибутів, і сприяти стисненню однотипних значень. Переваги для оперативної аналітичної обробки (Online Analytical Processing, OLAP) залежать також від алгоритмів виконання запитів, а не лише від розміщення даних (Abadi et al., 2008). Рядкове подання

часто доцільне для оперативної транзакційної обробки (Online Transaction Processing, OLTP), коли потрібний повний запис. Для змішаного навантаження варто розглядати й гібридні рішення.

У таблиці 1 узагальнено типові властивості підходів. Зіставлення характеризує умови застосування та обмеження кожного підходу.

Таблиця 1. Умови застосування фізичних подань і структур доступу

Рівень / підхід	**Доцільні операції**	**Основні обмеження**
Подання: рядкове	Читання або зміна повного запису	Читання зайвих атрибутів у широких аналітичних скануваннях
Подання: стовпчикове	Агрегації та читання частини стовпців	Витрати на відновлення рядків і точкові зміни залежать від реалізації
Доступ: heap без придатного індексу	Повне сканування, послідовне додавання	Пошук за умовою може потребувати повного сканування
Доступ: B^+-дерево	Точковий пошук, діапазони	Простір індексу та витрати його підтримання
Доступ: хешування	Пошук за рівністю	Колізії; відсутність природного порядку ключів
Організація: LSM	Інтенсивні потоки запису	Фонові злиття, додаткові читання та перезаписи

Для порівняння конфігурацій пропонується використовувати п’ять критеріїв: час точкового читання T_{point}, час діапазонного читання T_{range}, час вставки або оновлення T_{update}, піковий обсяг оперативної пам’яті M_{RAM} та коефіцієнт зайнятого простору A_{space}. Часові показники задаються в мілісекундах із зазначенням статистики, наприклад 95-го процентиля (p95); пам’ять - у МіБ. Для кожного типу операції фіксуються склад запитів, обсяг результату та умови виконання.

Коефіцієнт A_{space} визначається як відношення фактично зайнятого простору на накопичувачі до логічного обсягу актуальних даних у заздалегідь визначеному еталонному поданні. До чисельника включають дані, індекси та службові структури; для журналів і тимчасових файлів задають однакові правила врахування. Сталий і піковий обсяги під час compaction реєструють окремо. Через стиснення цей коефіцієнт може бути меншим за одиницю. Додатково вимірюють коефіцієнт підсилення запису A_{write} - відношення фізично записаних байтів до логічно записаних за той самий інтервал, із зазначенням рівня вимірювання.

Нехай s - конфігурація з множини допустимих рішень S, а $x_1, \ldots, x_5$ - наведені п’ять критеріїв, для яких менше значення є кращим. Для їх зведення до безрозмірної оцінки пропонується функція:

$$J(s) = \sum_{i=1}^{5} w_i \cdot \frac{x_i(s)}{x_i^{ref}}$$

де опорні значення критеріїв є додатними та однаковими для всіх порівнюваних конфігурацій; їх задають за базовою конфігурацією або цільовими значеннями до початку порівняння. Ваги w_i невід'ємні, а їх сума дорівнює одиниці. Ваги відображають пріоритети системи та профіль навантаження; їх вибір потрібно документувати й перевіряти аналізом чутливості. Окремо встановлюють жорсткі обмеження на пам'ять, простір і затримки, щоб покращення одного критерію не компенсувало порушення обов'язкової вимоги. Обирають допустиму конфігурацію з найменшим J(s); без виміряних або обґрунтовано оцінених критеріїв числовий вибір за цією функцією неможливий.

Концептуальна процедура передбачає п'ять етапів. Спочатку визначають профіль запитів і цільові показники сервісу. Далі формують конфігурації з урахуванням рядкового, стовпчикового чи гібридного подання та придатних структур доступу. На третьому етапі задають ресурсні обмеження, опорні значення і ваги критеріїв. На четвертому вимірюють показники й обчислюють оцінки допустимих конфігурацій. На п'ятому перевіряють стійкість вибору до зміни ваг і навантаження. Після суттєвої зміни даних або запитів процедуру повторюють.

Експериментальна перевірка має використовувати однакові дані, запити, обладнання, конкурентність і гарантії збереження даних. Необхідно зафіксувати версії СУБД, налаштування індексів і кешів, розмір результатів діапазонних запитів, період прогрівання та тривалість вимірювання. Для LSM-конфігурацій слід охопити фонові злиття й усталений режим запису. Повторні запуски мають дати змогу оцінити мінливість результатів. Крім критеріїв функції витрат, доцільно реєструвати медіану затримки (p50), пропускну здатність в операціях за секунду та A_{write}.

У гетерогенних системах фізичну організацію потрібно узгоджувати з вимогами логічного доступу. Дослідження Semenov et al. (2024) стосується рольових моделей і розмежування доступу, а робота Mikhav et al. (2025) - токенізації, зберігання метаданих та індексаційних механізмів у розподілених веб-системах. Відповідні вимоги до доступу й розміщення метаданих слід враховувати під час формування множини допустимих конфігурацій.

Висновки

Систематизовано критерії порівняння фізичної організації даних і структур доступу та розмежовано рівні їх вибору. B^+-дерева підтримують точкові й діапазонні запити; хешування орієнтоване на пошук за рівністю; LSM-організація використовує буферизацію та злиття для оброблення потоків запису. Переваги рядкового і стовпчикового подання залежать від складу запитів. Жоден із розглянутих підходів не можна визнати найкращим незалежно від навантаження, реалізації та ресурсних обмежень.

Результатом роботи є концептуальна п'ятиетапна процедура вибору конфігурації з використанням п'яти нормованих критеріїв і жорстких обмежень. Її практична цінність полягає в явному визначенні умов порівняння та пріоритетів

вибору. Ефективність процедури потребує експериментальної перевірки. Подальша робота передбачає порівняння конкретних реалізацій на репрезентативному навантаженні та перевірку чутливості вибору до ваг критеріїв.

Список використаних джерел

1. Abadi, D. J., Madden, S. R., & Hachem, N. (2008). Column-stores vs. row-stores: How different are they really? In *Proceedings of the 2008 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data* (pp. 967–980). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/1376616.1376712
2. Athanassoulis, M., Kester, M. S., Maas, L. M., Stoica, R., Idreos, S., Ailamaki, A., & Callaghan, M. (2016). Designing access methods: The RUM conjecture. In *Proceedings of the 19th International Conference on Extending Database Technology* (pp. 461–466). OpenProceedings.org. https://doi.org/10.5441/002/EDBT.2016.42
3. Dayan, N., Athanassoulis, M., & Idreos, S. (2017). Monkey: Optimal navigable key-value store. In *Proceedings of the 2017 ACM International Conference on Management of Data* (pp. 79–94). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3035918.3064054
4. Dayan, N., & Idreos, S. (2018). Dostoevsky: Better space-time trade-offs for LSM-tree based key-value stores via adaptive removal of superfluous merging. In *Proceedings of the 2018 International Conference on Management of Data* (pp. 505–520). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3183713.3196927
5. Matsunobu, Y., Dong, S., & Lee, H. (2020). MyRocks: LSM-tree database storage engine serving Facebook's social graph. *Proceedings of the VLDB Endowment, 13*(12), 3217–3230. https://doi.org/10.14778/3415478.3415546
6. Mikhav, V. V., Meleshko, Y. V., Yakymenko, M. S., Bosko, V. V., & Lysenko, I. A. (2025). Methods of web development and testing of data and object tokenization for trusted social services in distributed computer networks. *Cybersecurity: Education, Science, Technique, 3*(31), 386–404. https://doi.org/10.28925/2663-4023.2025.31.1027
7. O'Neil, P., Cheng, E., Gawlick, D., & O'Neil, E. (1996). The log-structured merge-tree (LSM-tree). *Acta Informatica, 33*(4), 351–385. https://doi.org/10.1007/s002360050048
8. PostgreSQL Global Development Group. (n.d.). *Index types*. In PostgreSQL 18 documentation. https://www.postgresql.org/docs/18/indexes-types.html
9. Semenov, S., Yenhalychev, S., Pochebut, M., & Sitnikova, O. (2024). Models of data processing and logical access segregation considering the heterogeneity of entities in information systems. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, (2(28)), 143–152. https://doi.org/10.30837/2522-9818.2024.28.143

Section: Medicine

Оцінка прогностичної цінності клінічних, функціональних та анамнестичних показників щодо розвитку приглухуватості у хворих на хронічне обструктивне захворювання легень

Олександр Семерез, аспірант кафедри функціональної і лабораторної діагностики Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль
Науковий керівник:
Марія Марущак, докторка медичних наук, професорка кафедри функціональної і лабораторної діагностики Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль

Хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ) є системним захворюванням, патогенетичні механізми якого – хронічна гіпоксемія, персистуюче системне запалення та оксидативний стрес – здатні уражати не лише дихальну систему, а й інші органи та системи, зокрема слуховий аналізатор [1]. Кохлеарні структури є високочутливими до гіпоксії та мікроциркуляторних порушень, тому тривала гіпоксемія, характерна для прогресуючого ХОЗЛ, розглядається як можливий чинник ризику сенсоневральної приглухуватості [2, 3]. Додатковим патогенетичним чинником є тютюнопаління – провідний етіологічний фактор ХОЗЛ, ототоксичний вплив якого на структури внутрішнього вуха та слуховий нерв підтверджено в низці досліджень.

Метою дослідження було визначити прогностичну цінність клінічних, функціональних та анамнестичних показників (індексу пачко-років, FEV1, SpO2, стадії ХОЗЛ за GOLD, віку, статі та інших клініко-анамнестичних чинників) щодо розвитку приглухуватості I ступеня за критеріями ВООЗ у хворих на хронічне обструктивне захворювання легень.

У дослідженні взяли участь 100 пацієнтів із ХОЗЛ, які перебували на стаціонарному лікуванні Тернопільської обласної клінічної лікарні. Діагноз ХОЗЛ встановлювали відповідно до рекомендацій Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD, 2024). Оцінку слухової функції проводили методом тональної порогової аудіометрії із використанням аудіометра Auditus A1.

Для оцінки прогностичної цінності клінічних, функціональних та анамнестичних показників щодо розвитку приглухуватості I ступеня за критеріями ВООЗ у хворих на ХОЗЛ проведено ROC-аналіз індексу пачко-років, FEV1 та SpO2.

ROC-аналіз індексу пачко-років продемонстрував високу дискримінаційну здатність показника: площа під ROC-кривою (AUC) становила 0,862 (95 % ДІ 0,791–0,933; p<0,001). За порогового значення ≥27,5 пачко-років чутливість становила 88,9 %, а специфічність – 70,9 %. Таким чином, інтенсивність тютюнопаління, оцінена за індексом пачко-років, характеризувалася значною прогностичною цінністю щодо розвитку приглухуватості у хворих на ХОЗЛ.

ROC-аналіз показника FEV1 показав найвищу серед досліджуваних показників дискримінаційну здатність. Площа під ROC-кривою становила 0,903 (95 % ДІ 0,846–0,960; p<0,001). Оптимальним пороговим значенням було FEV1 ≤64,5 %, за якого чутливість становила 82,2 %, а специфічність – 76,4 %. Встановлені характеристики вказують на тісний зв'язок між вираженістю бронхообструкції та ймовірністю розвитку слухових порушень і визначають FEV1 як один із найбільш інформативних прогностичних показників у досліджуваній когорті.

ROC-аналіз SpO2 виявив статистично значущу дискримінаційну здатність показника, хоча й нижчу порівняно з FEV1 та індексом пачко-років (рис. 4.4). Площа під ROC-кривою становила 0,798 (95 % ДІ 0,711–0,886; p<0,001). Порогове значення SpO2 ≤93,5 % характеризувалося чутливістю 75,6 % та специфічністю 72,7 %. Це вказує на асоціацію між зниженням сатурації кисню та ризиком розвитку слухових порушень у хворих на ХОЗЛ, однак прогностична точність SpO2 була меншою, ніж у FEV1 та індексу пачко-років.

Отже, результати ROC-аналізу визначили тяжкість бронхообструкції, вік та інтенсивність тютюнопаління як основні фактори, пов'язані з розвитком приглухуватості I ступеня у хворих на ХОЗЛ. Найвищу дискримінаційну здатність серед окремих показників продемонстрував FEV1 (AUC=0,903), дещо нижчу – індекс пачко-років (AUC=0,862) та SpO2 (AUC=0,798).

Список використаних джерел

1. Agustí, A., Celli, B. R., Criner, G. J., Halpin, D. M. G., Anzueto, A., Barnes, P. J., et al. (2023). Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease 2023 report: GOLD executive summary. European Respiratory Journal, 61(4), Article 2300239. https://doi.org/10.1183/13993003.00239-2023
2. Boers, E., Barrett, M., Su, J. G., Benjafield, A. V., Sinha, S., Kaye, L., et al. (2023). Global burden of chronic obstructive pulmonary disease through 2050. JAMA Network Open, 6(12), Article e2346598. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.46598
3. Halbert, R. J., Natoli, J. L., Gano, A., Badamgarav, E., Buist, A. S., & Mannino, D. M. (2006). Global burden of COPD: Systematic review and meta-analysis. European Respiratory Journal, 28(3), 523–532. https://doi.org/10.1183/09031936.06.00124605

Section: Education and Pedagogy

Використання інтелектуальних ігор під час викладання англійської мови у ЗВО

Іваніга Орина Валеріївна, старший викладач кафедри педагогіки, іноземної філології та перекладу
Харківського національного економічного університету
імені Семена Кузнеця, Харків, Україна

Вступ. Сьогодні зміни у науці, техніці та інформаційних технологіях впливають і на організацію навчання у закладах вищої освіти. Викладачі дедалі частіше шукають такі способи роботи, які допомагають не тільки подати навчальний матеріал, а й зацікавити ним здобувачів освіти. Адже коли заняття побудоване лише навколо пояснення нового матеріалу та виконання типових вправ, не завжди вдається підтримувати достатню увагу й активність здобувачів освіти. Під час вивчення іноземної мови традиційно значну частину заняття займає робота з текстами, засвоєння нової лексики та виконання граматичних вправ. Така робота є необхідною, однак її варто доповнювати завданнями, які дають змогу використовувати вивчене в іншій формі. Здобувачі освіти можуть не просто виконувати вправу за зразком, а пригадувати потрібну інформацію, швидко реагувати на запитання, обговорювати відповіді та застосовувати мовний матеріал у процесі взаємодії. Це робить заняття різноманітнішим і створює додатковий стимул для подальшого вивчення мови.

Одним із таких варіантів є інтелектуальні ігри. Їх можна використовувати для повторення лексики й граматики, перевірки розуміння навчального матеріалу або узагальнення вивченого. Водночас ігровий формат додає до звичної роботи елемент змагання, викликає емоційний відгук і спонукає учасників активніше включатися в завдання. Саме тому інтелектуальні ігрові технології можуть бути корисним доповненням до традиційних способів навчання англійської мови.

Основна частина. Інтелектуальні ігри зазвичай розглядають як діяльність, у якій учасники самостійно або разом шукають відповідь на поставлене запитання чи розв’язують певне завдання. При цьому важливими особливостями такого формату є обмежений час і елемент змагання. Попри різні варіанти організації, найчастіше гра будується досить просто: ведучий ставить запитання або пропонує завдання, а учасники мають швидко знайти та обґрунтувати відповідь [2].

Включення інтелектуальних ігор у навчання активізує розумову роботу здобувачів вищої освіти. Щоб відповісти на запитання, недостатньо просто

відтворити вивчене — потрібно пригадати потрібну інформацію, порівняти її з уже відомою, визначити головне, встановити зв'язки між окремими фактами. Таким чином, у процесі гри природно залучаються аналіз, синтез, порівняння, класифікація та інші розумові операції. Одночасно відбувається повторення й закріплення знань, оскільки здобувачі вищої освіти використовують їх для досягнення конкретного результату гри [1; 3].

Цінність інтелектуальних ігор полягає і в тому, що вони дають можливість працювати із завданнями різного типу. Одні з них потребують уважності та вміння помічати деталі, інші – зіставлення фактів, пошуку закономірностей або встановлення зв'язків між явищами. Особливо цікавими є завдання, де відповідь не лежить на поверхні й потрібно самостійно визначити шлях до її пошуку. Якщо гра проходить у командах, додається ще один важливий момент – необхідність швидко обговорити варіанти, почути думку інших і разом прийняти рішення. Отже, інтелектуальна гра може бути не лише способом урізноманітнити заняття, а й можливістю одночасно закріплювати навчальний матеріал та розвивати вміння, потрібні для подальшої професійної діяльності.

Інтелектуальні ігри ґрунтуються на опрацюванні реальних предметів і явищ, осмисленні їхніх властивостей, а також виконанні індивідуальних і колективних дій. Результатом такої діяльності може бути пошук відсутніх елементів, класифікація та систематизація об'єктів, встановлення зв'язків між ними, визначення принципів їх організації, перетворення запропонованого матеріалу або прогнозування розвитку ситуації за умов невизначеності.

Важливою особливістю інтелектуальної гри є можливість колективного продукування знань. Учасники обмінюються інформацією та доповнюють результати міркувань один одного, завдяки чому група може отримати знання, недоступні окремому студенту. Тому ігрова діяльність сприяє формуванню як індивідуальних розумових умінь, так і навичок спільного розв'язання інтелектуальних завдань [1; 3; 4].

До найбільш відомих форм належать «Що? Де? Коли?», «Власна гра», «Брейн-ринг», «Віриш – не віриш», «Реалії», «Аукціон», «Травесті», «Підприємство» та ін. Незважаючи на відмінності у правилах і сценаріях, з педагогічного погляду вони виконують переважно спільні функції: навчальну, комунікативну, орієнтувальну, компенсаторну, виховну, розважальну, творчу, соціалізуючу, а також функції самореалізації й саморозвитку.

Навчальна функція інтелектуальної гри пов'язана насамперед із повторенням і закріпленням матеріалу, який студенти вже опрацювали під час вивчення фахових дисциплін. Ігрові завдання дають змогу не лише актуалізувати набуті знання, а й перевірити, наскільки добре вони засвоєні, та вчасно помітити питання, які залишилися незрозумілими.

Командна форма проведення інтелектуальних ігор особливо важлива для розвитку комунікативних умінь. Працюючи разом, студенти вчаться висловлювати власну позицію, аргументувати її, слухати думки одногрупників і приходити до спільного рішення. Для занять англійською мовою це водночас

створює додаткову можливість практикувати усне іншомовне мовлення. Орієнтувальний компонент гри пов'язаний із формуванням уміння організовувати власну мовленнєву діяльність, планувати свої дії, розподіляти ролі та узгоджувати їх із роботою команди.

Компенсаторне значення інтелектуальних ігор особливо помітне в умовах відсутності природного англомовного середовища. Вони дозволяють перенести іншомовне спілкування у навчальну ситуацію й створити для студентів додатковий простір, де англійська мова використовується не лише для виконання вправ, а й для реальної взаємодії з партнерами. Виховна функція проявляється через розвиток поваги до інших поглядів, культури спілкування, відповідальності за спільний результат і вміння працювати з різними позиціями. Щоб така взаємодія була коректною, перед початком гри студентам можна запропонувати мовленнєві кліше для висловлення згоди чи незгоди, уточнення думки, припущення або аргументації.

Інтелектуальна гра має й виразний емоційний компонент. Цікаве завдання, елемент змагання та невимушена атмосфера підтримують зацікавленість студентів, допомагають подолати зайву напруженість і стимулюють фантазію. Саме тому розважальна та творча функції тут тісно переплітаються: позитивні емоції полегшують сприйняття матеріалу й водночас спонукають шукати нестандартні способи розв'язання завдань.

Соціалізуючий вплив гри полягає у набутті досвіду співпраці, взаємодопомоги та спільного прийняття рішень. Не менш важливо, що ігрова ситуація дає студентам можливість проявити себе дещо вільніше, ніж у традиційній навчальній діяльності. Вона створює простір для ініціативи, виявлення індивідуальних здібностей і творчих нахилів, що безпосередньо пов'язано із самореалізацією та саморозвитком [2; 4].

Висновки. Отже, інтелектуальні ігри є ефективним засобом урізноманітнення освітнього процесу та активізації пізнавальної діяльності здобувачів освіти. Їх цінність полягає не лише у можливості повторити й закріпити навчальний матеріал, а й у створенні ситуацій, у яких знання застосовуються під час спільного пошуку рішення. Командна взаємодія сприяє розвитку вміння висловлювати й обґрунтовувати власну думку, слухати інших, домовлятися та працювати на спільний результат.

Застосування інтелектуальних ігор на заняттях англійської мови має особливе значення, оскільки поєднує пізнавальну діяльність із практикою іншомовного спілкування. Студенти отримують можливість використовувати англійську мову в більш невимушеній ситуації, що сприяє розвитку усного мовлення, комунікативної впевненості та здатності взаємодіяти з партнерами. Водночас ігровий формат підтримує інтерес до навчання, активізує творче мислення та створює позитивний емоційний фон.

Таким чином, інтелектуальна гра може розглядатися як багатофункціональний метод навчання, що поєднує освітні, комунікативні, виховні, творчі та соціалізуючі можливості. Її використання дозволяє не тільки

урізноманітнити заняття, а й створити умови для комплексного розвитку студентів, зокрема їхньої мовленнєвої активності, здатності до співпраці, самостійності та самореалізації.

Список використаних джерел

1. Hung, H.-T., & Yeh, H.-C. (2023). Augmented-reality-enhanced game-based learning in flipped English classrooms: Effects on students' creative thinking and vocabulary acquisition. *Journal of Computer Assisted Learning, 39*(6), 1921–1935. https://doi.org/10.1111/jcal.12839
2. Jia, W., Zhang, L., Pack, A., Guan, Y., & Zou, B. (2024). Digital game-based learning's effectiveness on EFL learners' receptive and productive vocabulary knowledge. *Language Learning & Technology, 28*(1), 1–21. https://doi.org/10.64152/10125/73554
3. Sianturi, A. D., & Hung, R.-T. (2023). A Comparison between Digital-Game-Based and Paper-Based Learning for EFL Undergraduate Students' Vocabulary Learning. *Engineering Proceedings, 38*(1), 78. https://doi.org/10.3390/engproc2023038078
4. Zhou, S. (2024). Gamifying language education: the impact of digital game-based learning on Chinese EFL learners. *Humanities and Social Sciences Communications, 11*, 1518. https://doi.org/10.1057/s41599-024-04073-3

Адаптивне навчання іноземної мови майбутніх офіцерів: педагогічні засади персоналізації освітнього процесу

Кирик Ю.А., викладач
Кафедра іноземних мов
Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного

Вступ

Сучасна професійна підготовка майбутніх офіцерів відбувається в умовах трансформації освітнього середовища, цифровізації навчання, зростання вимог до професійної мобільності та розширення міжнародної взаємодії. За таких умов іншомовна підготовка набуває особливого значення, оскільки забезпечує можливість професійної комунікації, опрацювання іншомовних інформаційних ресурсів, участі у міжнародному співробітництві та виконання професійних завдань у багатокультурному середовищі.

Водночас організація іншомовного навчання за уніфікованою моделлю не завжди відповідає реальному різноманіттю освітніх потреб курсантів. Здобувачі освіти можуть відрізнятися рівнем іншомовної підготовки, темпом засвоєння навчального матеріалу, сформованістю мовленнєвих умінь, навчальною мотивацією, досвідом самостійної роботи та рівнем цифрової компетентності. Унаслідок цього актуалізується потреба в такій організації освітнього процесу, яка поєднувала б спільність визначених результатів навчання з варіативністю способів їх досягнення.

Одним із перспективних напрямів реалізації такого підходу є адаптивне навчання, сутність якого пов’язана з урахуванням індивідуальних характеристик здобувача освіти та відповідним коригуванням змісту, темпу, складності й способів організації навчальної діяльності [1]. У контексті іншомовної освіти адаптивність набуває особливого значення, оскільки оволодіння мовою передбачає поступове формування комплексу взаємопов’язаних мовних, мовленнєвих і комунікативних умінь.

Проблема персоналізації посилюється розвитком цифрових технологій, які створюють можливості для організації індивідуальних освітніх траєкторій, використання різнорівневих завдань, оперативного зворотного зв’язку та підтримки навчальної автономії. У сучасних дослідженнях штучний інтелект також розглядається як один із чинників трансформації навчання іноземних мов, зокрема в аспекті персоналізації та адаптації освітнього контенту [2].

Основна частина

Адаптивне навчання доцільно розглядати як організацію освітнього процесу, за якої його зміст, складність, темп, способи подання навчального матеріалу та характер педагогічної підтримки коригуються відповідно до актуальних освітніх потреб і результатів діяльності здобувача освіти. Принциповою характеристикою адаптивності є її динамічний характер: освітня

траєкторія не встановлюється остаточно на початку навчання, а може змінюватися відповідно до результатів поточного оцінювання та прогресу здобувача [1].

Такий підхід принципово відрізняється від механічного поділу курсантів на умовні рівневі групи. Диференціація передбачає врахування відмінностей між здобувачами, тоді як адаптивність передбачає постійне коригування навчального впливу відповідно до змін у навчальній діяльності конкретного здобувача. У цьому полягає одна з основних педагогічних передумов персоналізації іншомовної освіти.

Персоналізація іншомовного навчання майбутніх офіцерів не означає повної відмови від єдиних програмних вимог. Навпаки, вона передбачає збереження спільних результатів професійної підготовки за одночасного урізноманітнення шляхів їх досягнення. Усі курсанти мають досягти визначеного рівня іншомовної компетентності, однак зміст додаткової підтримки, складність завдань, темп їх виконання та співвідношення різних видів мовленнєвої діяльності можуть бути різними.

Першою педагогічною засадою адаптивного навчання є діагностичність. Персоналізація неможлива без достовірної інформації про вихідний рівень підготовки здобувачів та динаміку його зміни. Початкова й поточна діагностика мають бути спрямовані не лише на встановлення загального рівня володіння іноземною мовою, а й на визначення сформованості окремих мовних і мовленнєвих умінь. Доцільним є використання комплексу діагностичних засобів: лексико-граматичних завдань, завдань на аудіювання та читання, усного мовлення, професійно орієнтованих комунікативних ситуацій, а також самооцінювання.

Другу засаду становить професійна спрямованість адаптивного змісту навчання. Індивідуалізація не повинна обмежуватися зміною кількості чи складності мовних вправ. Навчальний матеріал має відповідати професійним потребам майбутнього офіцера та моделювати ситуації, з якими він може зіткнутися у професійній діяльності. Це передбачає використання професійної термінології, автентичних матеріалів, ситуативних завдань, професійно орієнтованих діалогів, інструкцій, повідомлень і документів.

Професійно орієнтоване навчання іноземної мови у вищій школі передбачає взаємозв’язок мовної підготовки з майбутньою спеціальністю та орієнтацію навчальної діяльності на реальні комунікативні потреби здобувачів [4]. У підготовці майбутніх офіцерів це набуває особливої значущості, оскільки іншомовна комунікація має бути функціонально пов’язана з виконанням професійних завдань.

Третьою педагогічною засадою є варіативність навчального контенту та завдань. У межах однієї навчальної теми доцільно створювати завдання різного рівня складності, що дає змогу враховувати індивідуальну підготовленість курсантів. Базовий рівень може передбачати розпізнавання та відтворення мовних одиниць, наступний – їх застосування у стандартних комунікативних

ситуаціях, а вищий – самостійне продукування висловлювань, аргументацію та розв'язання професійних комунікативних проблем.

Варіативність має стосуватися не лише складності, а й способу виконання завдання. Один і той самий навчальний результат може досягатися через роботу з текстом, аудіоматеріалом, відео, інтерактивною вправою, рольовою грою або професійною ситуацією. Така організація сприяє врахуванню різних навчальних стратегій та створює умови для більшої суб'єктності курсанта.

Четвертою засадою є гнучкість темпу навчання. У традиційній організації освітнього процесу часові межі опрацювання певної теми здебільшого є однаковими для всієї групи. Адаптивна модель передбачає можливість додаткового опрацювання складного матеріалу, повторення, виконання компенсаторних завдань або переходу до складнішого рівня після досягнення необхідного результату. Такий підхід дає змогу мінімізувати ситуації, коли недостатнє засвоєння попереднього матеріалу ускладнює подальше навчання.

П'ятою засадою є систематичний зворотний зв'язок та корекція освітньої траєкторії. Оцінювання в адаптивній моделі виконує не лише контрольну, а й діагностичну та корекційну функції. Результати виконання завдань мають бути основою для прийняття подальших педагогічних рішень: повторити певний матеріал, змінити рівень складності, запропонувати додаткове завдання або перейти до наступного етапу навчання.

Особливого значення у реалізації зазначених засад набувають цифрові технології. Сучасне цифрове освітнє середовище дає змогу поєднувати навчальні матеріали різного рівня складності, інтерактивні завдання, мультимедійний контент, засоби контролю та інструменти зворотного зв'язку. Практика цифрової іншомовної підготовки майбутніх офіцерів-прикордонників засвідчує можливості використання Moodle, Canva, Wordwall, генеративного ШІ та YouTube для індивідуалізації, розвитку автономності й професійно орієнтованої іншомовної комунікації [3].

Зокрема, система управління навчанням може виконувати функцію організаційного ядра адаптивного курсу, забезпечуючи доступ до різнорівневих матеріалів, фіксацію результатів і моніторинг індивідуального прогресу. Інтерактивні ресурси можуть використовуватися для тренування лексичного та граматичного матеріалу з можливістю варіювання складності. Мультимедійні ресурси забезпечують альтернативні способи сприймання професійно орієнтованої інформації. Водночас інструменти штучного інтелекту можуть застосовуватися для генерації додаткових завдань, моделювання комунікативних ситуацій, мовленнєвої практики та надання індивідуалізованих пояснень [2; 3].

Разом із тим використання цифрових технологій саме по собі не забезпечує персоналізації. Визначальним залишається педагогічне проєктування освітнього процесу. Викладач має визначати дидактичну мету застосування певного цифрового інструменту, контролювати якість навчального контенту,

співвідносити завдання з професійними потребами майбутніх офіцерів та забезпечувати критичне осмислення результатів навчальної діяльності.

Отже, адаптивне навчання доцільно організовувати як циклічний процес: діагностика – визначення освітніх потреб – постановка індивідуальних цілей – добір змісту і завдань – навчальна діяльність – оцінювання – корекція освітньої траєкторії. Така послідовність забезпечує взаємозв'язок між результатами навчання та наступними педагогічними рішеннями.

Важливим результатом персоналізованого підходу є розвиток навчальної автономії майбутнього офіцера. Здобувач має поступово переходити від виконання завдань за детально заданим алгоритмом до самостійного визначення навчальних потреб, вибору способів опрацювання матеріалу, оцінювання власного прогресу та корекції навчальної діяльності. У такому разі персоналізація не обмежується адаптацією навчального матеріалу викладачем, а стає механізмом формування відповідальності здобувача за власний освітній результат.

Таким чином, педагогічна модель адаптивного навчання іноземної мови майбутніх офіцерів має ґрунтуватися на взаємодії п'яти ключових компонентів: діагностичного, змістово-варіативного, технологічного, комунікативного та рефлексивно-корекційного. Їх системне поєднання забезпечує не просто індивідуалізацію окремих навчальних завдань, а цілісну персоналізацію освітнього процесу.

Висновки

Адаптивне навчання іноземної мови майбутніх офіцерів є педагогічно обґрунтованим напрямом персоналізації професійної підготовки, що дає змогу поєднати єдність визначених результатів навчання з варіативністю способів їх досягнення. Його сутність полягає у систематичному врахуванні індивідуальних освітніх потреб курсантів, гнучкому доборі змісту та завдань, варіюванні темпу навчання, забезпеченні зворотного зв'язку та корекції індивідуальної освітньої траєкторії.

Визначено основні педагогічні засади адаптивного іншомовного навчання: діагностичність, професійну спрямованість, варіативність навчального контенту, гнучкість темпу, систематичний зворотний зв'язок, розвиток навчальної автономії та педагогічно доцільне використання цифрових технологій.

Цифровізація освітнього середовища розширює можливості персоналізації завдяки доступу до різнорівневих навчальних матеріалів, інтерактивних вправ, мультимедійного контенту, засобів моніторингу та інструментів штучного інтелекту. Водночас цифрові технології мають розглядатися не як самоціль, а як засіб реалізації педагогічно спроєктованої адаптивної моделі навчання.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні та експериментальній перевірці моделі адаптивного курсу іноземної мови для майбутніх офіцерів, визначенні критеріїв персоналізації навчання, алгоритмів добору різнорівневих завдань та педагогічних умов ефективного використання цифрових і технологій штучного інтелекту.

Список використаних джерел

1. Sikora, Y. B. (2025). Adaptyvne navchannia: Suchasni tekhnolohii u formuvanni indyvidualnykh osvitnikh traiektorii [Adaptive learning: Modern technologies in forming individual educational trajectories]. Naukovyi Visnyk Uzhhorodskoho Universytetu. Seriia: Pedahohika. Sotsialna Robota, (2[57]), 183–187. https://doi.org/10.24144/2524-0609.2025.57.183-187
2. Davydiuk, A. R., Marusych, O. O., & Dierniaieva, O. V. (2024). Shtuchnyi intelekt yak faktor zmin u navchanni inozemnykh mov: Ukrainskyi kontekst [Artificial intelligence as a factor of change in foreign language learning: The Ukrainian context]. Pedahohichna Akademiia: Naukovi Zapysky, (12). https://doi.org/10.5281/zenodo.14059368
3. Borovyk, I. O., & Kulbaba, T. F. (2026). Formation of English-language professional-communicative competence of future border guard officers through digital technologies. Aktualni Pytannia u Suchasnii Nauці, (2[44]), 1467–1477.
4. Tarnopolskyi, O. B., & Kabanova, M. R. (2019). Metodyka vykladannia inozemnykh mov ta yikh aspektiv u vyshchii shkoli [Methods of teaching foreign languages and their aspects in higher education]. Universytet imeni Alfreda Nobelia.

Використання цифрових інструментів адаптивного тестування (Kahoot та Quizizz) для реалізації диференційованого підходу на уроках математики в умовах змішаного навчання

Демянчук Дар'ї Василівни, здобувач вищої освіти фізико-математичного факультету
Житомирський державний університет імені Івана Франка
Науковий керівник:
Чемерис Ольга Анатоліївна
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-7099-1095
кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри математики,
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Сучасна система освіти зазнає кардинальних трансформацій під впливом цифровізації та розширення практики змішаного навчання. В умовах поєднання очної та дистанційної форм організації навчального процесу особливої актуальності набуває проблема реалізації диференційованого підходу — забезпечення індивідуальної освітньої траєкторії кожного учня з урахуванням рівня його математичної підготовки, темпу засвоєння матеріалу та навчальних потреб. Математика як навчальний предмет характеризується значною варіативністю рівнів навченості в межах одного класу, що вимагає від учителя гнучких дидактичних інструментів [1].

Цифрові платформи адаптивного тестування, зокрема Kahoot та Quizizz, набувають широкого поширення в освітній практиці завдяки здатності автоматично пристосовувати складність завдань до індивідуального рівня учня, забезпечувати миттєвий зворотний зв'язок і надавати вчителеві аналітичні дані про прогрес кожного здобувача освіти. Питання застосування платформ гейміфікованого тестування у навчанні математики досліджували M. Bicen та E. Kocakoyun [2], ефективність диференціації навчання засобами ІКТ — S. Tomlinson та C. Brighton [3], вплив змішаного навчання на математичні результати учнів — J. Means зі співавт. [4], а проблему адаптивного оцінювання в цифровому середовищі — B. Bunderson зі співавт. [5].

Мета статті – дослідити дидактичний потенціал платформ Kahoot та Quizizz як інструментів адаптивного тестування та обґрунтувати методичні умови їх застосування для реалізації диференційованого підходу на уроках математики в умовах змішаного навчання.

Диференційований підхід у навчанні математики передбачає врахування індивідуальних особливостей учнів — рівня знань, темпу роботи, стилю навчання — та відповідне варіювання змісту, методів і форм освітньої діяльності. У цифровому середовищі реалізація цього підходу набуває нових вимірів завдяки технологіям адаптивного тестування, які здатні в реальному часі

аналізувати відповіді учня та коригувати складність наступних завдань. Дослідження засвідчують, що учні з різним рівнем підготовки демонструють суттєво кращі результати при навчанні із використанням адаптивних цифрових середовищ порівняно з традиційними однаковими для всіх завданнями [4].

Платформа Kahoot є одним із найпоширеніших інструментів гейміфікованого тестування у шкільній практиці. Її ключові характеристики в контексті диференційованого навчання математики такі:

- режим Challenge дозволяє вчителю призначати тести для самостійного виконання вдома з індивідуальним темпом, що є важливим в умовах змішаного навчання;
- функція Team Mode забезпечує групову роботу, при якій учні різного рівня можуть доповнювати одне одного, сприяючи розвитку кооперативного навчання;
- статистична панель учителя відображає показники кожного учня за окремими питаннями, виявляючи прогалини у знаннях та дозволяючи оперативно корегувати навчальний процес;
- функція Blind Kahoot дозволяє використовувати платформу як інструмент первинного представлення нового математичного поняття через послідовність запитань із наростаючою складністю.

Дослідження M. Bicen та E. Kocakoyun (2018) засвідчило, що застосування Kahoot у навчанні сприяло підвищенню мотивації учнів та зменшенню тестової тривожності, що є особливо важливим для учнів із низьким рівнем математичної підготовки [2]. Водночас автори вказують на обмеження платформи: жорстке обмеження часу на відповідь може ставити у невигідне становище учнів, які потребують більше часу для обробки завдань.

Платформа Quizizz, на відміну від Kahoot, реалізує більш виражений адаптивний підхід і є більш придатною для диференціації навчання математики. Її педагогічні можливості охоплюють:

- режим Adaptive Quiz автоматично підбирає складність наступного питання залежно від правильності попередньої відповіді, забезпечуючи персоналізацію навчального шляху кожного учня;
- відсутність спільного таймера (на відміну від Kahoot): кожен учень виконує тест у власному темпі, що усуває стресовий чинник і є критично важливим для учнів з ООП;
- функція Lessons дозволяє інтегрувати у тест пояснювальні слайди, відеофрагменти та підказки, перетворюючи тестування на повноцінну навчальну послідовність;
- автоматична генерація звіту з детальним аналізом відповідей у форматі Google Sheets дозволяє вчителеві формувати диференційовані групи для подальшої роботи на основі реальних даних.

Порівняльний аналіз дидактичного потенціалу обох платформ у контексті реалізації диференційованого підходу на уроках математики виявляє їхню взаємодоповнюваність. Kahoot ефективний для етапу актуалізації опорних знань

та мотиваційного старту уроку завдяки ігровому формату та груповій динаміці. Quizizz краще відповідає потребам індивідуалізованої перевірки та закріплення матеріалу, формувального оцінювання та домашньої самостійної роботи в умовах змішаного навчання [3; 5].

Для забезпечення ефективної реалізації диференційованого підходу засобами зазначених платформ визначено такі методичні умови:

- попереднє визначення рівнів навченості учнів: перед проведенням диференційованого тестування доцільно здійснити вхідне діагностування засобами тих самих платформ для формування груп за рівнями (початковий, середній, достатній, високий); отримані аналітичні дані слугують основою для конструювання банку завдань різної складності;
- паралельне конструювання завдань трьох рівнів складності: для реалізації диференціації в межах однієї теми рекомендується розробляти питання, що відповідають репродуктивному, конструктивному та творчому рівням; у Quizizz це реалізується через тематичні колекції з ручним або автоматичним підбором питань за тегами складності;
- поєднання синхронного та асинхронного форматів: в умовах змішаного навчання ефективною є така модель — очна частина: спільна гейміфікована актуалізація через Kahoot (мотивація, повторення); дистанційна частина: індивідуальний адаптивний тест у Quizizz (диференційоване закріплення та оцінювання);
- систематичне використання аналітичних даних для коригування навчання: щотижнева обробка звітів платформ дозволяє вчителеві виявляти стійкі прогалини в учнів конкретного рівня та своєчасно коригувати навчальний зміст, що відповідає принципам формувального оцінювання [6].

Практичний досвід упровадження цих платформ на уроках алгебри та геометрії в 10–11 класах засвідчує, що системне застосування Kahoot і Quizizz у поєднанні з диференційованим підходом сприяє підвищенню навчальних результатів в усіх групах учнів — насамперед у групі з початковим рівнем підготовки, що зумовлено зниженням тестової тривожності, підвищенням мотивації та можливістю навчатися у власному темпі. Водночас обдаровані учні отримують доступ до завдань підвищеної складності, що стимулює їхній розвиток. Дослідники зауважують, що для досягнення стійкого ефекту необхідне системне, а не епізодичне застосування платформ у межах цілісної дидактичної системи [4; 7].

Таким чином, цифрові інструменти адаптивного тестування Kahoot та Quizizz є ефективними засобами реалізації диференційованого підходу на уроках математики в умовах змішаного навчання. Kahoot забезпечує мотиваційну та діагностичну функції на початковому етапі уроку, тоді як Quizizz реалізує адаптивний індивідуальний навчальний маршрут. Їхнє поєднання у межах єдиної методичної системи — з урахуванням попередньої діагностики, конструювання різнорівневих завдань і регулярного аналізу даних — дозволяє забезпечити справжню персоналізацію навчання математики. Перспективою подальших

досліджень є розробка та апробація методики інтеграції цих платформ із системою LMS (Google Classroom, Moodle) для автоматизованого ведення портфоліо навчальних досягнень учня.

Список використаних джерел

1. Нова українська школа: концептуальні засади реформування середньої школи. МОН України. 2016. **URL:** https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf
2. Bicen H., Kocakoyun E. Perceptions of Students for Gamification Approach: Kahoot as a Case Study. *International Journal of Emerging Technologies in Learning.* 2018. Vol. 13(2). P. 72–93. DOI: https://doi.org/10.3991/ijet.v13i02.7870
3. Tomlinson C. A., Brighton C. Differentiated Teaching. *Educational Leadership.* 2021. Vol. 79(2). P. 10–16. URL: https://www.ascd.org/el/articles/differentiated-teaching
4. Means B. et al. Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies. U.S. Department of Education. 2023. URL: https://www2.ed.gov/rschstat/eval/tech/evidence-based-practices/finalreport.pdf
5. Bunderson C. V. et al. The four generations of computerized educational measurement. *Educational Measurement.* 2022. P. 367–407. DOI: https://doi.org/10.1002/j.2333-8504.2022.tb02756.x
6. Wiliam D. *Embedded Formative Assessment.* 2nd ed. Solution Tree Press, 2018. 260 p. URL: https://www.solutiontree.com/embedded-formative-assessment.html
7. Wang A. I., Tahir R. The effect of using Kahoot! for learning – A literature review. *Computers & Education.* 2020. Vol. 149. Article 103818. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103818

Section: Construction, Architecture and Geodesy

Influence Of Ground Settlement Profile Shape on Bending Strains in A Buried Polyethylene Water Pipe

Shodibek Shokirovich Babayev
GEOFUNDAMENTPROJECT LLC, Uzbekistan

Abstract. Three smooth settlement profiles are compared using a linear pipe–soil interaction model. Eighteen computational scenarios use two normalization schemes: equal maximum settlement and full width at half maximum, and equal maximum settlement and profile area. The normalization scheme changes the comparison of bending strains. For a profile with a flat central region, the curvature maximum can shift towards the edges of the settlement zone.

Keywords: buried water pipe; settlement profile shape; Winkler foundation; PE100; bending.

A single maximum settlement is insufficient to assess a buried pipe: different spatial profiles contain different curvature components. Profile shape is investigated as a separate parametric variable, without associating each profile with a specific physical mechanism of soil collapse. Application of a beam–foundation interaction model requires justification of the foundation stiffness parameter [1].

The adopted geometry is D = 160 mm, t = 9.5 mm and $I = 1.27679\times10^{-5}$ m⁴, corresponding to the product catalogue [2]. A typical PE100 modulus E = 1000 MPa [3] and maximum settlement s_0 = 30 mm are used. The equation $EI\,w^{(4)} + k\ell(w - s) = 0$ is solved spectrally for $k\ell$ = 0.1, 1 and 10 MN/m². With $\xi = x/B$, the following profiles are considered:

$$f_G = \exp(-4\ln 2\,\xi^2), \quad f_S = \operatorname{sech}^2(2\,\operatorname{arcosh}(\sqrt{2})\,\xi), \quad (1)$$

$$f_Q = \exp(-16\ln 2\,\xi^4), \quad s(x) = s_0 f(x/B), \quad \varepsilon_b = Dw''/2. \quad (2)$$

All profiles have a unit maximum and satisfy f(±1/2) = 1/2. For equal B = 2 m, the areas under the settlement profiles are 0.063868, 0.068076 and 0.059603 m², respectively. In the second series, each area is matched to the Gaussian value at the same s_0, which requires changing B. The two normalization schemes are therefore explicitly distinguished.

Table 1. Maximum absolute bending strain, %

Normalization	Profile	B, m	kℓ = 0.1	kℓ = 1	kℓ = 10
Equal FWHM	Gaussian	2.000	0.15549	0.26958	0.32192
Equal FWHM	sech²	2.000	0.14818	0.26991	0.34732
Equal FWHM	Super-Gaussian	2.000	0.18138	0.27102	0.49106

Normalization	Profile	B, m	kℓ = 0.1	kℓ = 1	kℓ = 10
Equal area	Gaussian	2.000	0.15549	0.26958	0.32192
Equal area	sech²	1.876	0.15378	0.29243	0.38866
Equal area	Super-Gaussian	2.143	0.17260	0.24485	0.45331

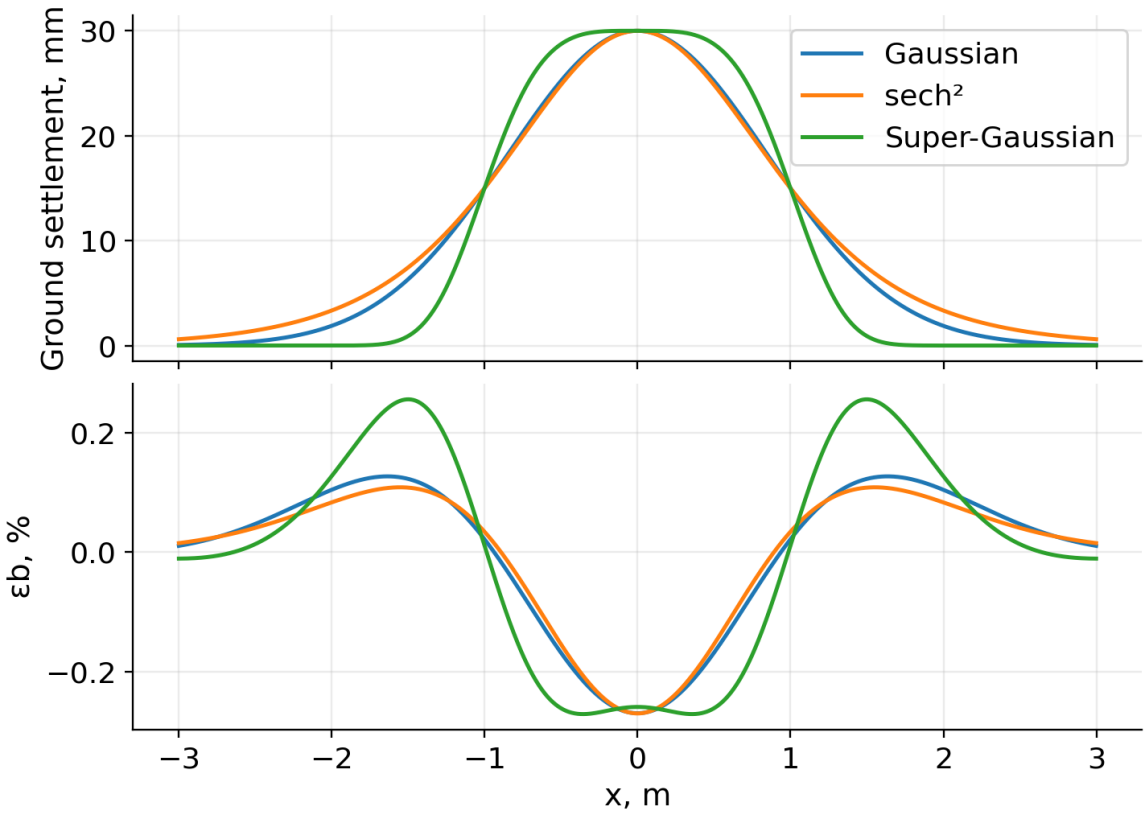


Figure 1. Ground profiles and signed pipe bending strains for equal B = 2 m, s_0 = 30 mm and kℓ = 1 MN/m²

At equal full width at half maximum and kℓ = 10 MN/m², the super-Gaussian profile produces 0.49106%, which exceeds the Gaussian result by 52.54%. The maximum shifts from x = 0 to |x| ≈ 1.382 m. At kℓ = 1 MN/m², the maxima differ much less: 0.27102% versus 0.26958%, but their locations also differ. Under equal-area normalization at this stiffness, the super-Gaussian profile instead produces 0.24485%, whereas the sech² profile produces 0.29243%. The comparison of bending effects therefore depends on which profile dimensions are kept constant.

For the super-Gaussian profile at kℓ = 1 MN/m², the pipe centre settles by 30.623 mm, exceeding the prescribed 30 mm. This overshoot is permitted by the bilateral linear interaction model and highlights the need to check contact separately; gap opening is not modelled. Doubling the grid from 16,384 to 32,768 points in the 18 scenarios changes the maximum by less than 0.003%. Specifying only settlement amplitude and width is insufficient for bending assessment: the profile and its normalization must also be stated.

References

1. Klar A., Vorster T. E. B., Soga K., Mair R. J. Soil–pipe interaction due to tunnelling: comparison between Winkler and elastic continuum solutions. Géotechnique. 2005. Vol. 55, No. 6. P. 461–466. DOI: 10.1680/geot.2005.55.6.461.
2. Uponor. Pressure water pipe 160×9.5 PN10, SDR17, PE100; 12 m. Product No. 1057386. Manufacturer catalogue. Accessed 3 October 2026. https://www.uponor.com/en/s/infra/pressure-water-pipe-160x9-5-pn10-blue-stripes-12m-sdr17-pe100-1057386
3. PE100+ Association. HDPE PE100 & PE100-RC Pipe: Properties and Types. Pipe Properties section. Accessed 3 October 2026. https://www.pe100plus.com/PE-Pipes/Technical-guidance/model/Materials/mrs/HDPE-PE100-PE100-RC-Pipe-Properties-and-Types-i4007.html

Influence Of Local Soil Foundation Stiffness Reduction on Bending of a Buried Polyethylene Water Pipe

Shodibek Shokirovich Babayev
GEOFUNDAMENTPROJECT LLC, Uzbekistan

Abstract. A boundary-value problem with locally varying linear foundation stiffness is solved for a buried polyethylene water pipe. The width of the weakened zone and the minimum-to-background stiffness ratio are varied while the prescribed Gaussian settlement profile remains unchanged. In 15 scenarios, weaker pipe–soil interaction reduces the bending transferred to the pipe. The result assumes retained bilateral interaction and does not model pipe detachment or hydrocollapse as a physical process.

Keywords: geotechnics; buried pipe; non-uniform foundation; local weakening; bending.

Wetting of loess foundations provides regional motivation [1]. In an actual change of soil condition, settlement, interaction and contact conditions can change together; their coupling is considered, for example, in consolidation studies [2]. Here, only foundation stiffness is varied while a single settlement profile is prescribed. No relationship between $k\ell$ and moisture content is established.

A continuous pipe is represented by an Euler–Bernoulli beam. The adopted values D = 160 mm, t = 9.5 mm, $I = 1.27679\times10^{-5}$ m⁴ and E = 1000 MPa follow reference data for the geometry and PE100 [3, 4]. Background stiffness k_0 = 0.1 MN/m² is a parametric input; s_0 = 30 mm and B = 2 m. The scenarios use A = 1, 2 and 5 m and r = 1, 0.5, 0.2, 0.1 and 0.05:

$$s(x) = s_0 \exp[-4 \ln 2 \, (\frac{x}{B})^2], \quad (1)$$

$$k_\ell(x) = k_0 \{1 - (1 - r)\exp[-4 \ln 2 \, (\frac{x}{A})^2]\}. \quad (2)$$

A is the full width at half maximum of the stiffness reduction; $k\ell(0) = rk_0$. The foundation is uniform for r = 1. The equation $EI\, w^{(4)} + k\ell(x)(w - s) = 0$ is solved by collocation with $w = w' = 0$ at $x = \pm 40$ m. Bending strain is $\varepsilon b = Dw''/2$. Selected results are listed in Table 1.

Table 1. Selected scenarios with an unchanged settlement profile

A, m	r	w(0), mm	max |εb|, %	Change*, %
1	0.20	21.219	0.11493	-26.09
1	0.05	20.129	0.10119	-34.92
2	1.00	24.334	0.15549	0.00
2	0.20	19.648	0.10210	-34.34
2	0.05	17.076	0.07753	-50.14

A, m	r	w(0), mm	max |εb|, %	Change*, %
5	0.20	19.084	0.09051	-41.79
5	0.05	14.072	0.05490	-64.69

* Relative to a uniform foundation with $k\ell = k_0$. For r = 1, A does not affect the solution.

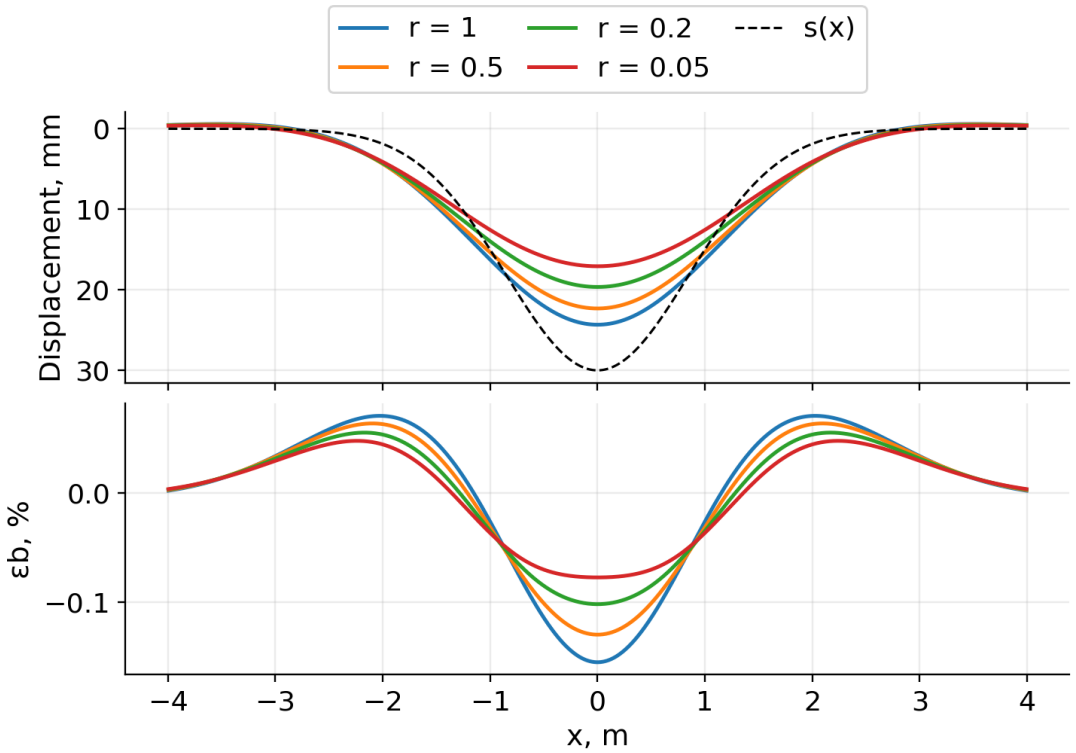


Figure 1. Pipe-axis displacement and signed bending strain for A = B = 2 m and different minimum stiffness ratios r

For A = 2 m, reducing r from 1 to 0.05 decreases centre displacement from 24.334 to 17.076 mm and maximum bending strain from 0.15549% to 0.07753%, a reduction of 50.14%. At r = 0.05, increasing A from 1 to 5 m decreases the maximum from 0.10119% to 0.05490%. The maximum absolute curvature remains at the centre throughout the investigated series.

The reduction in bending results from weaker transfer of the prescribed ground displacement to the pipe, which smooths the profile through its own bending stiffness. This does not demonstrate that wetting reduces damage risk: actual wetting can increase settlement and alter contact. Full contact is an assumption here. For constant $k\ell$, the solution agrees with an independent spectral calculation to a relative curvature difference below 10^{-8}. Tightening the collocation tolerance in 15 scenarios changes the maximum by less than 10^{-8}; doubling the domain length in a control weakened-foundation case leaves the reported values unchanged. Local stiffness and settlement should therefore be specified separately; changing only one does not describe the combined effect of deteriorating ground conditions.

References

1. Smalley I. J., Mavlyanova N. G., Rakhmatullaev Kh. L., Shermatov M. Sh., Machalett B., O'Hara Dhand K., Jefferson I. F. The formation of loess deposits in the Tashkent region and parts of Central Asia; and problems with irrigation, hydrocollapse and soil erosion. Quaternary International. 2006. Vol. 152–153. P. 59–69. DOI: 10.1016/j.quaint.2005.12.002.
2. Liang X., Xu J., Huang Y., Shi L., Zeng Z., Miao B., Huang L., Wu J. Consolidation effects on pipe-soil interaction due to tunneling. Frontiers in Earth Science. 2024. Vol. 12. Article 1403663. DOI: 10.3389/feart.2024.1403663.
3. Uponor. Pressure water pipe 160×9.5 PN10, SDR17, PE100; 12 m. Product No. 1057386. Manufacturer catalogue. Accessed 3 October 2026. https://www.uponor.com/en/s/infra/pressure-water-pipe-160x9-5-pn10-blue-stripes-12m-sdr17-pe100-1057386
4. PE100+ Association. HDPE PE100 & PE100-RC Pipe: Properties and Types. Pipe Properties section. Accessed 3 October 2026. https://www.pe100plus.com/PE-Pipes/Technical-guidance/model/Materials/mrs/HDPE-PE100-PE100-RC-Pipe-Properties-and-Types-i4007.html

Proceedings

of the 1st International Scientific Conference

«CONTEMPORARY SCIENCE: NEW APPROACHES, DISCOVERIES AND PERSPECTIVES»

October 9-10, 2026

Vienna, Austria

Publishing Entity Certificate: DK No. 8621 dated April 21, 2026

The Organizing Committee may not necessarily share the views expressed by the authors.
The authors are responsible for the accuracy and correctness of the text of their abstracts.

SCIENCE VECTOR

https://science-vector.com/
e-mail: info@science-vector.com