



УДК 655(0.034)

DOI: 10.20535/2077-7264.1(87).2025.326238

© А. С. Гордєєв, д-р техн. наук, проф., Харківський національний економічний університет ім. Семена Кузнеця,
В. П. Ткаченко, канд. техн. наук, проф., Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ З УРАХУВАННЯМ ПІЗНАВАЛЬНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗДОБУВАЧІВ

Стаття присвячена питанням розробки інформаційних систем з урахуванням когнітивних особливостей користувачів, зокрема тих, хто навчається. Розглянуто основні аспекти проєктування інтерфейсів та організації інформаційних потоків таким чином, щоб підвищити ефективність сприйняття та засвоєння інформації.

Ключові слова: інформаційні системи; адаптивні інтерфейси; персоналізація навчання; штучний інтелект; когнітивне навантаження; цифрове освітнє середовище.

Постановка проблеми

У сучасному цифровому суспільстві ефективність освітнього процесу багато в чому залежить від якості компонентів, що входять до освітніх програм. Як правило, це навчальна програма, навчальні матеріали, викладачі, студенти та зацікавлені сторони.

На сьогодні використання сучасних інформаційних технологій у закладах вищої освіти має величезне значення. Завдяки наявним базам знань викладачі можуть створювати курси, які не лише відповідають специфіці предметної галузі, але й враховують когнітивні особливості студентів. Водночас студенти отримують можливість самостійно шукати додаткову інформацію в Інтернеті.

На платформах дистанційного навчання навчальні матеріали зазвичай включають мультимедійний контент, який викладачі використовують для розвитку в учнів відповідних компетентностей. Проте останнім часом з'являється все більше робіт, які вказують на те, що мультимедійні навчальні комплекси повинні враховувати як соціотип учнів, так і покоління, до якого вони належать.

У [1, 2] проведено дослідження, які відстежували варіабельність серцевого ритму студентів у класі та оцінювали ефект навчання шляхом аналізу змін емоцій студентів, що дало важливу інформацію для оцінки якості навчання.

Через швидку цифрову трансформацію уподобання покоління міленіалів (1980–1995) дешо



відрізняються від уподобань так званого покоління Z (1995–2010). Покоління Z віддає перевагу простому цифровому контенту, який легко доступний на різних платформах і мобільних пристроях [3, 4].

Проведене дослідження спрямоване на оцінку розвитку мультимедійного контенту та трансформації педагогічної психології [5, 6]. Вони вказують на те, що покоління Z віддає перевагу інтегрованому мультимедійному контенту, миттєвому зворотному зв'язку та менш складному освітньому контенту, який легко зрозуміти.

Отже, якість наочних навчальних об'єктів і підхід до їх подачі можуть визначати ефективність навчання. Крім того, розуміння мультимедійного навчального матеріалу значною мірою залежить від когнітивних процесів учня, які визначають його сприйняття такого контенту.

Більшість існуючих засобів електронного навчання розроблено відповідно до стилів навчання та рівня знань студентів. Вони не враховують когнітивні особливості учнів. Як наслідок, збільшується розрив між рівнем розвитку мультимедійних засобів навчання та якістю навчання.

Це дослідження спрямоване на вирішення цієї проблеми шляхом впровадження теорії інформаційного процесу в розробку навчальних матеріалів, які враховують когнітивні переваги студентів.

Аналіз попередніх досліджень

Як зазначалося вище, більшість сучасних моделей адаптивних платформ електронного навчан-

ня розроблено переважно на основі конструктивістських і когнітивістських теорій педагогіки, які охоплюють лише обмежену частину пізнавальних процесів студентів [7]. Розробка та подача навчальних матеріалів мають значний вплив не лише на методи навчання, а й на глибину засвоєння матеріалу. Отже, сприйняття здобувачами мультимедійного контенту залежить від якості навчального матеріалу та підходу до забезпечення адаптивними системами електронного навчання. Водночас когнітивні процеси вивчені недостатньо, а зусилля щодо їх інтеграції в онлайн-навчальні платформи обмежені через відсутність пристроїв для збору фізіологічних даних [7].

Сучасний навчальний контент може бути в різних форматах, наприклад, аудіо, текст або відео. Такий цифровий контент, включаючи мультимедійний освітній контент, часто використовується в масових відкритих онлайн-курсах [8].

Як показано на рис. 1, у концептуальній структурі адаптивних систем електронного навчання характеристики поведінки учнів фіксуються модулем учня з використанням їхніх персоналізованих стилів навчання. Таким чином, метод навчання визначає модель поведінки користувача, в тому числі когнітивні переваги, які залежать від реакції учнів на обробку інформації стосовно мультимедійного контенту [9, 10].

Когнітивні характеристики відносяться до індивідуальних відмінностей у сприйнятті інформації здобувачами, включаючи такі процеси, як рівень мотивації та уваги [11], ефективність коротко-



часної та довготривалої пам'яті мозку [12] та ригідність відкритості. [13]. Усі когнітивні процеси, описані в цих дослідженнях, активізуються під час онлайн-навчання: внутрішня мотивація учнів, інтерактивність, пізнання та когнітивне навантаження.

Проблеми технічної адаптації існуючих платформ електронного навчання, включаючи деталізацію підтримки навігації, сумісність систем навчання, погану динамічну передачу контенту та слабку концентрацію учня, пов'язані з відсутністю точних параметрів адаптації, які можуть забезпечити динамічну персоналізацію мультимедійного навчання.

У [14] представлено адаптивну структуру, засновану на біоінформатиці, яка передбачає, що особливості біоінформатики, включаючи когнітивні переваги студентів, забезпечують електронні системи точними параметрами адаптації, які, у свою чергу, підтримують миттєву динамічну персоналізацію контенту та покращують ефективність навчання. Таким чи-

ном, доведено, що адаптація когнітивних переваг може допомогти процесу навчання і тим самим зменшити навантаження на студентів.

У спробі вирішити цю проблему кілька нещодавніх досліджень виступили з ініціативою включити когнітивні характеристики студентів у платформи електронного навчання. У [15] авторами запропоновано систему, яка визначає мотиваційний стан студентів за допомогою мобільних пристроїв. Розроблена платформа працює за алгоритмом, який реагує на зміни в інтересах студентів або оцінці цільової компетентності.

Автори [16, 17] запропонували орієнтований на емоції підхід до обробки природної мови, який зосереджується на вилученні емоцій учнів під час участі в процесі навчання. Запропонований підхід використовує ймовірнісну метрику правдоподібності для отримання картини когнітивних переваг.

У [18] автори запропонували систему виявлення емоцій студентів за допомогою датчика стеження за поглядом. Запропонований підхід використовує евклідову відстань для вивчення когнітивних уподобань шляхом визначення сфери інтересів студента.

Автори [19] запропонували підхід до інтерфейсу мозок-комп'ютер, який створює картину когнітивних уподобань студентів. Запропонований алгоритм підходу працює на основі активації мозкових хвиль студентів. Дослідження також виявило кореляцію між станами активації мозку та станами мотивації студентів у мультимедійному середовищі. У цьому випадку запропоновано

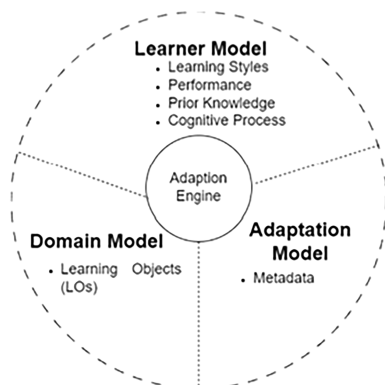


Рис. 1. Концептуальна основа адаптивних систем електронного навчання (AeLS) [10]



адаптивну систему на основі біоінформатики (AePKAS), яка використовує когнітивну карту для персоналізації вмісту електронного навчання в режимі реального часу за допомогою навігаційних посилань на основі біоінформатики. Алгоритм запропонованої системи (AePKAS) працює на основі порогового діапазону обраних параметрів, включаючи час читання студента та розширення зіниці.

Як видно з проведеного огляду літературних джерел, розробка мультимедійних навчальних комплексів з урахуванням когнітивних особливостей учнів здійснюється в різних напрямках. У цій роботі ці питання розглядаються з позиції врахування соціотипів студентів.

Мета роботи

Дослідження когнітивних уподобань різних соціотипів щодо мультимедійного навчального контенту, розробка та впровадження адаптивних систем електронного навчання на основі теорії обробки інформації та оцінка ефективності цього підходу в задоволенні уподобань студентів та покращення результатів навчання.

Результати проведених досліджень

У сучасну епоху даних інформація виступає важливим нематеріальним активом і ключовим ресурсом. У сфері цифрового навчання вона охоплює як структуровані дані у вигляді текстів, так і півструктуровані дані, представлені на веб-сайтах. Однак наразі недостатньо уваги приділяється неструктурованим і півструктурованим даним, які нерідко містять

цінну інформацію, що впливає на формування стилю навчання.

Ідеальною стратегією є збирання всієї доступної інформації для забезпечення максимальної повноти даних. Однак сучасні сховища даних стикаються з двома основними викликами. По-перше, студенти генерують величезні обсяги інформації, причому частка півструктурованих і неструктурованих даних постійно зростає. По-друге, реляційні бази даних неефективні для зберігання структурованих даних, що не відповідають специфічним вимогам, тоді як нереляційні бази даних (NoSQL) мають обмежені можливості роботи в реальному часі, недостатньо підтримують складні SQL-операції, зокрема багатотабличні запити, та мають інші недоліки. У зв'язку з цим ефективна інтеграція реляційних і нереляційних баз даних стає критично важливою для роботи з великими даними.

У роботі запропоновано метод, що дозволяє використовувати дані з великих баз даних для створення навчальних матеріалів, адаптованих до соціотипу студентів. Для поділу студентів на групи застосовано кластерний аналіз, зокрема метод k-середніх.

Кластеризація схожих даних дає змогу визначати відмінності й характеристики між різними кластерами. Метод k-means базується на принципі подібності даних, що дозволяє розрізняти об'єкти різних класів та максимізувати відстань між ними.

Евклідова відстань дозволяє визначити розбіжності між кластерами.



$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2}, \quad (1)$$

де d — евклідова відстань; x_i та y_i є зразковими значеннями.

Під час процесу кластеризації на кожній ітерації необхідно перераховувати центроїди кластеризації відповідно до рівняння

$$C_i = \frac{1}{|C_i|} \sum x_i, \quad (2)$$

де C_i позначає центр кластеризації.

Ітераційний процес завершується, коли кількість ітерацій досягає максимального значення, яке менше за заданий поріг. Після класифікації кластерів виконується ітерація циклу, і результати виводяться у випадку, якщо цільова функція забезпечує збіжність. Формулювання цільової функції, яка використовується в дослідженні, наведено в рівнянні (3).

$$E = \sum_{i=1}^k \sum_{x_i} (x_i - \bar{x}_i)^2, \quad (3)$$

тут $\bar{x}_i$ позначає середнє значення вибірки.

Чим вище значення цільової функції в процесі кластеризації, тим меншою є подібність між класами в кластерах; навпаки, нижче значення цільової функції свідчить про більшу схожість об'єктів у межах кластерів.

Попередній аналіз результатів кластеризації показав, що для забезпечення високої точності моніторингу під час кластерного аналізу соціотипів студентів необхідно розробити методику оцінки параметрів багатовимірної змінної. До таких змінних пара-

метрів належать стандарти освітніх програм, освітній статус студентів, результати іспитів тощо.

Ці параметри використовуються для формування потоку даних, що представляють конвергентні змінні індикатори, які дозволяють покращити якість аналізу.

Формування багатовимірною потоку даних дозволяє виконати кореляційне злиття для обчислення вектора рішення, який визначає індекс оцінки кластера. З урахуванням конвергенції встановлено, що процес кластеризації схильний до досягнення локальних оптимальних рішень. У зв'язку з цим у дослідженні запропоновано кількісний рекурсивний метод аналізу, який забезпечує підтримку даних для прийняття рішень. Цей метод реалізується через кореляційну кластеризацію, що дозволяє побудувати цільову функцію для більш точного і ефективного аналізу.

$$F(a) = (SP, AB, LB, IH, DP), \quad (4)$$

де SP — якість навчальних матеріалів; AB — успішність студентів; LB — навчальна поведінка; IH — залучення; DP — частота взаємодії.

У багатовимірному просторі ознак за допомогою інтеграції великих даних можливо встановити зв'язок між показниками якості навчальних матеріалів та рівнем засвоєння знань студентів. Кількісне значення рекурсивних ознак, що виділяються під час моніторингу та оцінювання навчальної діяльності, описується наведеним нижче рівнянням.

Застосування великих баз даних у поєднанні з класифікацією учнів за соціотипами дозволяє от-



римати надійні вихідні дані для оцінювання рівня сформованості освітніх компетентностей. Це також сприяє проведенню ефективного аналізу якості навчальних матеріалів, забезпечуючи адаптацію освітнього процесу до потреб і особливостей студентів.

Для визначення соціотипу здобувачів створено опитувальник на основі концепції структури інтелекту за методикою Говарда Гарднера.

Кластеризація за соціотипами визначила методику підготовки мультимедійних засобів навчання та методику підготовки лекційних і практичних занять. 57,5 % учасників надали б перевагу індивідуальним завданням перед проектним навчанням (рис. 2). Проте для виконання конкретних практичних завдань 32,3 % учасників віддали б перевагу роботі в малих групах (1–3 учасники), що сприяло б координації та виконанню завдань. І лише 10,2 % студентів віддали перевагу навчанню за стандартною методикою.

З точки зору мультимедійного навчального контенту, більшість учасників (65,2 %) віддали б перевагу презентаціям PowerPoint, а 30,5 % віддали б перевагу анімації під час роботи на платформі електронного навчання. За традиційні методи пояснення на дошці висловилися 4,3 % (рис. 3).

75,8 % учасників експерименту висловилися за навчання вдома, оскільки це дозволяє навчатися в комфортному темпі. Крім того, приблизно 29,7 % відзначили, що для них важливий стабільний інтернет-з'єднання без перебоїв. Більшість учасників (70,5 %) також воліли б отримувати записаний відеоконтент від викладачів.

Як було зазначено вище, більше 57,5 % учасників віддадуть перевагу індивідуальним завданням на основі їх соціотипових особливостей, тобто індивідуальні відмінності визначають когнітивні переваги студентів, що при-

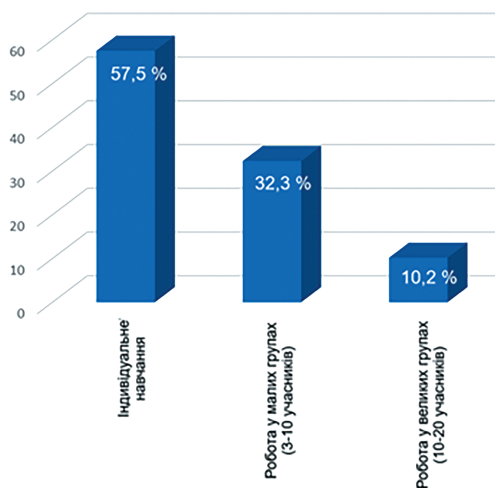


Рис. 2. Перевага до залучення до навчання



зводить до кореляції між ефективним темпом навчання та активністю студентів.

Крім того, студенти не відмовляються повністю від пізнавальної допомоги інших студентів, тому понад 32,3 % учасників віддають перевагу груповій роботі при виконанні конкретних практичних завдань.

Що стосується модальності контенту, понад 65,2 % учасників вибрали презентації PowerPoint, а не анімацію. Тут на соціотип впливають особливості покоління. Таким чином, покоління Z віддає перевагу більш спрощеному і легкому для розуміння контенту. Вони віддають перевагу домашньому навчанню. Це було інтерпретовано як потреба студента в індивідуальному комфорті, а також уникнення втручання чинників навколишнього середовища, таких як пробки, шум, погані погодні умови тощо.

Що стосується відеоконтенту, то 30,5 % учасників зазначили, що їм потрібні відеозаписи лек-

цій та лабораторних робіт. Це дозволяє більш детально вивчити матеріал або кілька разів переглянути незрозумілі моменти.

Висновки

У роботі досліджено когнітивні уподобання різних соціотипів щодо мультимедійного освітнього контенту, розроблено та впроваджено адаптивні системи електронного навчання на основі теорії обробки інформації, оцінено їх ефективність у задоволенні вподобань учнів та покращенні результатів навчання.

Представлено результати опитування, анкети та онлайн-тестових запитань, які розроблені таким чином, щоб відобразити вподобання покоління Z. Статистика хі-квадрат становить 23,0838, значення $P = 0,00077$, а ступінь свободи — 6, результат достовірний при $p < 0,05$. Це свідчить про наявність асоціацій між кількома відповідями на запитання. Результати опитування показали, що більшість учасників надають

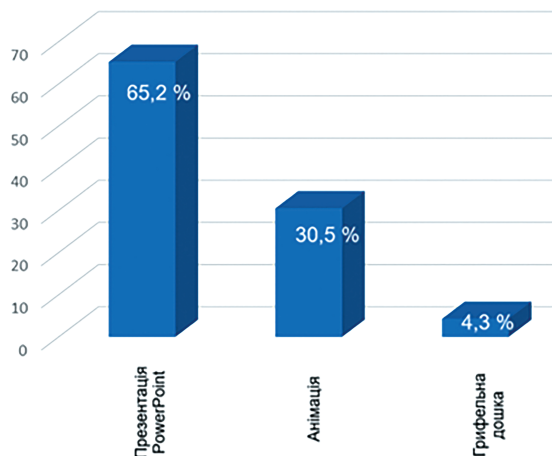


Рис. 3. Уподобання до подання навчального матеріалу



перевагу індивідуальним завданням, а не стандартним, але для практичних завдань вони віддають перевагу роботі в малих групах.

Крім того, більшість учасників віддавали перевагу лекційному контенту з мультимедійними навчальними об'єктами, а результати тестування показали, що учасники досягали вищих результатів, коли лекції були ілюстровані мультимедійним контентом. Учасники також віддали перевагу мобільності перед традиційним (класним) навчанням.

У даній роботі акцентується увага на важливості врахування соціотипів студентів. Перевагою цього підходу є можливість адаптувати розклад занять до навичок студента, що дозволяє отримати цілеспрямовану освіту, орієнтуючись на індивідуальні потреби. Це попередньо підтверджується перевіркою досягнутих компетентностей. Студенти, які

навчаються за індивідуальною траєкторією, отримують значно вищі бали порівняно з тими, хто проходить навчання за традиційною методикою. Навчання з використанням розробленого інтерактивного інтерфейсу користувача може сприяти покращенню прогресу в оволодінні знаннями порівняно з іншими методами. Очевидно, необхідно провести детальніші дослідження впливу різних методів навчання (змішане навчання, електронне навчання тощо) на освітні досягнення студентів у рамках конкретних освітніх траєкторій. Також слід вивчити, чи можуть стилі навчання студентів впливати на їхню успішність.

Ці дослідження допоможуть краще узгодити навчальні плани з актуальними інтересами студентів та поінформують викладачів про чинники, які визначають популярність певних предметів і викладачів.

Список використаної літератури/References

1. Babenko, V., Hrabovskyi, Y., Gordyeyev, A., Pushkar, O., & Akhmedova, O. (Lviv, Ukraine, April 12–13, 2024). Development of Database-Driven Multimedia Training Products. Proc. of the 8th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems, Volume III: Intelligent Systems Workshop (ISW-CoLInS 2024). Retrieved from <https://ceur-ws.org/Vol-3688/paper6.pdf> [in English].
2. Wang, J., Peng, J., & Liu, O. (2015). A classification approach for less popular webpages based on latent semantic analysis and rough set model. *Expert Systems with Applications*, Vol. 42, Issue 1, 642–648. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.08.013> [in English].
3. Dolot, A. (2018). The characteristic of Generation Z. *e-Mentor*, 2(74), 44–50. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/328564137> The characteristics of Generation Z [in English].
4. Ozkan, M., & Solmaz, B. (2015). Mobile Addiction of Generation Z and its Effects on their Social Lives: (An Application among University Students in the 18-23 Age Group). *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Vol. 205, 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.09.027> [in English].
5. Hamdi, M., & Hamtini, T. (2016). Designing an effective e-content development framework for the enhancement of learning programming. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 11(4), 131–141. <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i04.5574> [in English].



6. Suartama, I. K., Mahadewi, L. P. P., Divayana, D. G. H., & Yunus, M. (2022). ICARE approach for designing online learning module based on LMS. *International Journal of Information Education Technology*, 12(4), 305–312. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/I-Kadek-Suartama/publication/355844822_ICARE_Approach_for_Designing_Online_Learning_Module_Based_on_LMS/links/6214dc614be28e145caa35bc/ICARE-Approach-for-Designing-Online-Learning-Module-Based-on-LMS.pdf [in English].
7. Mwambe, O., & Kamioka, E. (2019). Utilization of learners' metacognitive experiences to monitor learners' cognition states in e-learning platforms. *International Journal of Information Education Technology*, 9, 362–365. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2019.9.5.1227> [in English].
8. Suartama, I. K., Setyosari, P., Sulthoni, S., Ulfa, S., Yunus, M., & Sugiani, K. (2021). Ubiquitous Learning vs. Electronic Learning: A Comparative Study on Learning Activeness and Learning Achievement of Students with Different Self-Regulated Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 16, 36–56. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/349239455_Ubiquitous_Learning_vs_Electronic_Learning_A_Comparative_Study_on_Learning_Activeness_and_Learning_Achievement_of_Students_with_Different_Self-Regulated_Learning [in English].
9. Dorça, F. A., Araújo, R. D., de Carvalho, V. C., Resende, D. T., & Cattelan, R. G. (2016). An automatic and dynamic approach for personalized recommendation of learning objects considering students learning styles: An experimental analysis. *Informatics in Education*, 15, 45–62. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=EJ1097513> [in English].
10. Mwambe, O. O., Tan, P. X., & Kamioka, E. (2020). Bioinformatics-based adaptive system towards real-time dynamic E-learning content personalization. *Education in Science*, 10(2), 42. <https://doi.org/10.3390/educsci10020042> [in English].
11. Liu, N.-H., Chiang, C.-Y., & Chu, H.-C. (2013). Recognizing the degree of human attention using EEG signals from mobile sensors. *Sensors*, 13(8), 10273–10286. DOI: 10.3390/2Fs130810273 [in English].
12. Gazzaley, A., & Nobre, A. C. (2012). Top-down modulation: Bridging selective attention and working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(2), 129–135. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.11.014> [in English].
13. Bauer, M., Brauer, C., Schuldt, J., & Kromker, H. (2018). Adaptive E-learning technologies for sustained learning motivation in engineering science — acquisition of motivation through self-reports and wearable technology. In Proc. of the 10th international conference on computer supported education, Vol. 2, 418–425). <https://doi.org/10.5220/0006787104180425> [in English].
14. Mwambe, O. (2022). *Adaptive e-learning multimedia content personalization approach based on learner's cognitive processes*. Doctoral Dissertation. Shibaura Institute of Technology, 377.5/O85. Retrieved 7 Apr. 2023, from https://shibaura.repo.nii.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=201&item_no=1&attribute_id=20&file_no=1 [in English].
15. Akputu, O. K., Seng, K. P., Lee, Y., & Ang, L.-M. (2018). Emotion recognition using multiple kernel learning towards E-learning applications. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*, 14, 1–20. <https://doi.org/10.1145/3131287> [in English].



16. Lehman, B. A., & Zapata-Rivera, D. (2018). Student emotions in conversation-based assessments. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 11, 41–53. Retrieved 6 June. 2023 from <https://eric.ed.gov/?id=EJ1174704> [in English].

17. Suartama, I. K., Setyosari, P., Sulthoni, S., & Ulfa, S. (2020). Development of ubiquitous learning environment based on moodle learning management system. *International Journal of Interaction Mobile Technology*, 14(14), 182–204. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i14.11775> [in English].

18. Scheiter, K., Schubert, C., Schüler, A., Schmidt, H., Zimmermann, G., Wassermann, B., Krebs, M. C., & Eder, T. (2019). Adaptive multimedia: Using gaze-contingent instructional guidance to provide personalized processing support. *Computer Education*, 139, 31–47. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.05.005> [in English].

19. Benyon, D., & Hook, K. (1997). Navigation in information spaces: Supporting the individual. In *Human-computer interaction INTERACT'97*. Berlin, Germany: Springer.

The article is devoted to the issues of developing information systems taking into account the cognitive characteristics of users, in particular those who are learning. The main aspects of designing interfaces and organizing information flows in such a way as to increase the efficiency of perception and assimilation of information are considered.

Keywords: information systems; adaptive interfaces; personalization of learning; artificial intelligence; cognitive load; digital educational environment.

Надійшла до редакції: 09.02.25

Рецензія: 24.02.25

Опубліковано: 15.04.25