УДК 004.9:37.091.3 DOI https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.2.2.41

Т. В. СЕРДЕНКО
кандидат фізико-математичних наук,
старший викладач кафедри інженерії, технологій та професійної освіти
Мукачівський державний університет
ORCID: 0000-0002-1157-6115

Т. Т. РЕЙС
старший викладач кафедри інженерії, технологій та професійної освіти
Мукачівський державний університет
ORCID: 0000-0002-4917-3928

# ПЕРСОНАЛІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

*У статті досліджено персоналізоване навчання як сучасний педагогічний підхід, що стає ключовим елементом трансформації освіти в умовах цифровізації. Персоналізація розглядається як спосіб організації освітнього процесу, який враховує індивідуальні особливості, потреби та рівень підготовки кожного здобувача освіти. Акцент зроблено на ролі інформаційних систем як технологічної основи для реалізації цього підходу. У роботі охарактеризовано основні типи інформаційних систем, що підтримують персоналізацію: системи управління навчанням (LMS), адаптивні освітні платформи, сервіси навчальної аналітики, інструменти штучного інтелекту, а також мобільні та хмарні рішення. Описано принципи побудови індивідуальних освітніх траєкторій, використання адаптивного контенту, автоматизованого зворотного зв'язку, аналітичних панелей і рекомендаційних систем. Розглянуто як переваги впровадження персоналізованого навчання, так і пов'язані з цим виклики. До переваг віднесено зростання мотивації студентів, підвищення ефективності засвоєння знань, розвиток автономності в навчанні. Серед викликів виокремлено технічні обмеження закладів освіти, необхідність підвищення цифрової грамотності викладачів, етичні питання використання персональних даних і ризики цифрової нерівності. Наведено приклади реалізації персоналізованих освітніх рішень на міжнародному рівні (Khan Academy, Coursera, EdX, Open Learning Initiative) та в Україні (платформа Human, розширення Moodle). Визначено перспективи розвитку персоналізації у контексті впровадження інтелектуальних технологій, доповненої і віртуальної реальності, мікронавчання та побудови інтероперабельних освітніх екосистем. Стаття має науково-методичний характер і орієнтована на дослідників, викладачів та розробників цифрових освітніх рішень.*

***Ключові слова:*** *персоналізація навчання, інформаційні системи, адаптивні технології, освітня аналітика, індивідуальні освітні траєкторії.*

T. V. SERDENKO
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Engineering, Technology
and Professional Education
Mukachevo State University
ORCID: 0000-0002-1157-6115

T. T. REIS
Senior Lecturer at the Department of Engineering, Technology
and Professional Education
Mukachevo State University
ORCID: 0000-0002-4917-3928

## TECHNOLOGY-DRIVEN PERSONALIZED LEARNING

*The article explores personalized learning as a modern educational approach that is becoming a key component of the transformation of education in the context of digitalization. Personalized learning is considered as a method of organizing the educational process that takes into account individual characteristics, needs, and levels of preparedness of each learner. Special attention is given to the role of information systems as the technological foundation for implementing this approach. The study describes the main types of information systems that support personalization, including learning management systems (LMS), adaptive learning platforms, learning analytics services, artificial intelligence tools, as well as mobile and cloud-based solutions. The article outlines the principles of designing individual learning trajectories, the use of adaptive content, automated feedback, analytical dashboards, and recommendation engines. The paper discusses both the benefits and challenges of implementing personalized learning. Among the advantages are increased*

*learner motivation, more effective knowledge acquisition, and the development of autonomy in learning. Challenges include technical limitations of educational institutions, the need to improve the digital competence of educators, ethical concerns related to the use of personal data, and the risk of digital inequality. The article provides examples of personalized educational solutions from both international experience (Khan Academy, Coursera, EdX, Open Learning Initiative) and Ukrainian practice (Human platform, expanded functionality of Moodle). The prospects for the further development of personalization are examined in relation to the integration of intelligent technologies, augmented and virtual reality, microlearning, and the construction of interoperable educational ecosystems. The article is of a scientific and methodological nature and is intended for researchers, educators, and developers of digital learning environments.*

***Key words:*** *personalized learning, information systems, adaptive technologies, learning analytics, individual learning trajectories.*

**Вступ**

Сучасна освіта переживає стрімку трансформацію під впливом цифрових технологій та глобалізації знань. Одним із ключових викликів є забезпечення ефективного, гнучкого та орієнтованого на здобувача освіти навчального процесу [1]. У цьому контексті персоналізація навчання постає як провідна тенденція, що спрямована на підвищення індивідуальної залученості студентів, розвиток їхніх сильних сторін та побудову власної освітньої траєкторії [2].

Впровадження інформаційних систем у освітнє середовище відкриває нові можливості для реалізації персоналізованого підходу. Адаптивні навчальні платформи, системи управління навчанням (LMS), аналітичні інструменти та штучний інтелект дозволяють не лише оптимізувати процес навчання, але й глибше розуміти потреби, прогрес та потенціал кожного студента [3; 4; 5].

**Постановка проблеми**

Традиційні моделі навчання, що передбачають єдиний освітній підхід до всіх здобувачів, дедалі частіше виявляються недостатньо ефективними в умовах зростаючої різноманітності освітніх потреб, інтересів та рівнів підготовки студентів. Сучасні здобувачі освіти очікують гнучких, індивідуалізованих траєкторій навчання, що відповідають їхнім особистим темпам, стилям мислення та професійним цілям [5; 6]. Ці запити актуалізують необхідність переходу до персоналізованих моделей навчання, які можуть бути ефективно реалізовані за допомогою новітніх інформаційних систем [7; 8].

Попри наявність широкого спектра цифрових рішень, процес впровадження персоналізації залишається складним і неоднозначним: відсутність уніфікованих підходів, нерівномірний рівень цифрової грамотності педагогів, технічні та етичні виклики обмежують ефективне використання потенціалу інформаційних систем у навчанні [4; 7]. Це зумовлює потребу у теоретичному осмисленні та практичному аналізі можливостей, механізмів і перспектив персоналізації освітнього процесу в умовах цифрової трансформації.

**Формулювання мети дослідження**

Метою даної статті є дослідження механізмів персоналізації навчання за допомогою сучасних інформаційних систем, аналіз їхні переваг, викликів впровадження та окреслення перспектив розвитку цього напряму в умовах цифрової трансформації освіти.

**Викладення основного матеріалу дослідження**

Персоналізоване навчання (англ. *personalized learning*) – це освітній підхід, що враховує індивідуальні потреби, інтереси, здібності та темп засвоєння матеріалу кожного здобувача освіти. На відміну від традиційних моделей, де всі студенти отримують однаковий контент і виконують однакові завдання, персоналізоване навчання орієнтується на варіативність та гнучкість навчального процесу.

Основними характеристиками персоналізованого навчання є: індивідуалізація – адаптація змісту, форм і темпу навчання до конкретного студента; участь студента у формуванні освітньої траєкторії – здобувач освіти активно обирає навчальні цілі, ресурси та методи; адаптивність – використання технологій, які автоматично змінюють складність та зміст матеріалу відповідно до результатів навчання; зворотний зв’язок у режимі реального часу – регулярна оцінка прогресу та динамічне коригування навчального процесу.

Персоналізація ґрунтується на конструктивістській теорії навчання, яка розглядає знання як результат особистого досвіду та активної взаємодії з навчальним середовищем. У рамках цього підходу студент виступає не пасивним споживачем знань, а активним учасником, що співпрацює з викладачем, іншими студентами та інформаційними системами [1; 2].

У сучасному освітньому просторі персоналізація дедалі більше асоціюється з цифровими технологіями. Саме інформаційні системи стали ключовим інструментом, що дозволяє масштабувати персоналізоване навчання, робити його ефективним, автоматизованим і доступним. Таким чином, персоналізація виступає не просто педагогічною концепцією, а цілісною стратегією розвитку освіти в умовах цифрової епохи.

Інформаційні системи (ІС) відіграють дедалі важливішу роль у трансформації освітнього процесу, забезпечуючи цифрову інфраструктуру для збереження, обробки, передачі та аналізу освітньої інформації. У контексті персоналізованого навчання інформаційні системи виступають як технічна основа для створення індивідуальних траєкторій навчання, адаптації контенту та організації зворотного зв’язку.

Сучасні освітні інформаційні системи охоплюють широкий спектр платформ і технологій. Серед них особливе місце займають системи управління навчанням (LMS – Learning Management Systems) – програмні комплекси, що дозволяють організовувати, контролювати та аналізувати навчальний процес. Популярними прикладами таких систем є Moodle, Google Classroom, Canvas, OpenEdx. LMS надають можливості для формування курсів, інтеграції тестів, збору статистики щодо активності та успішності студентів. Важливою складовою освітнього середовища також є адаптивні освітні платформи – сервіси, які автоматично підлаштовують навчальний контент під потреби користувача на основі його результатів та поведінки. Такі системи зазвичай використовують алгоритми машинного навчання для аналізу динаміки навчання; прикладами є Knewton, Smart Sparrow, DreamBox [5]. Крім того, системи освітньої аналітики забезпечують збір та аналіз великих обсягів даних (Learning Analytics) з метою прогнозування навчальних результатів, виявлення ризиків та оптимізації педагогічних стратегій [4; 9]. Значну роль відіграють також платформи на основі штучного інтелекту (AI-powered EdTech), які здатні створювати персоналізовані рекомендації, формулювати запитання, виявляти прогалини у знаннях, а також генерувати адаптивний зворотний зв'язок у режимі реального часу [6; 10]. Нарешті, мобільні та хмарні сервіси, що забезпечують доступ до освітнього контенту в будь-який час і з будь-якого пристрою, стають важливими інструментами персоналізованого та змішаного навчання [4].

Інформаційні системи забезпечують не лише збереження та передачу навчального контенту, але й сприяють динамічній взаємодії між учасниками освітнього процесу, надаючи можливість реалізувати принципи доступності, адаптивності та індивідуалізації. Завдяки таким системам викладачі отримують інструменти для аналізу навчального прогресу, а студенти – підтримку у власному темпі та стилі навчання. Інформаційні системи створюють фундамент для реалізації персоналізованих освітніх стратегій, дозволяючи переходити від масового навчання до індивідуально-орієнтованого підходу.

Механізми персоналізації в інформаційних системах базуються на аналізі індивідуальних характеристик здобувача освіти, його навчальної активності, результатів і уподобань. Одним із ключових інструментів персоналізованого підходу є адаптивний контент, який автоматично підлаштовується під рівень підготовки студента. Це дозволяє уникнути як перевантаження складним матеріалом, так і втрати мотивації через занадто прості завдання. Завдяки такому підходу навчальний матеріал стає більш релевантним і доступним для кожного.

Інформаційні системи також дають можливість формувати індивідуальні освітні траєкторії, що враховують попередній досвід навчання, цілі студента та бажаний темп опанування матеріалу. Користувачі можуть самостійно обирати послідовність тем, формати подання інформації – текст, відео, симуляції – а також типи завдань, що найкраще відповідають їхнім стилям навчання.

Важливу роль у забезпеченні персоналізації відіграє освітня аналітика. Інформаційні системи фіксують детальні дані про діяльність студента: результати тестів, час виконання завдань, частоту входу в систему, участь у дискусіях тощо. Ці дані обробляються автоматично, дозволяючи системі надавати гнучкий зворотний зв'язок у режимі реального часу, а викладачам – оперативно виявляти труднощі та реагувати на них.

Ще одним ефективним механізмом є рекомендаційні системи. Вони аналізують поточний рівень знань студента та його активність, формуючи персональні поради щодо подальшого навчання: які теми повторити, які додаткові ресурси переглянути, яку траєкторію обрати для кращого засвоєння матеріалу. Це сприяє підвищенню мотивації та залученості у процес навчання.

Широке використання штучного інтелекту відкриває нові горизонти для персоналізації. Інтелектуальні агенти, чат-боти, автоматизовані тьютори та адаптивні тестові системи дозволяють підтримувати студента в індивідуальному режимі, реагуючи на його запити й забезпечуючи постійну підтримку у навчанні [5; 6]. Завдяки ІТ-технологіям персоналізація навчання з кожним роком стає дедалі точнішою, масштабованішою та ефективнішою.

Персоналізоване навчання за допомогою інформаційних систем відкриває нові можливості для підвищення ефективності освітнього процесу. Серед основних переваг варто виділити індивідуалізацію підходу до кожного студента, що сприяє глибшому засвоєнню знань і розвитку особистої відповідальності за навчання. Такий підхід дозволяє враховувати рівень підготовки, стиль сприйняття інформації, мотивацію та інтереси кожного здобувача освіти, тим самим створюючи комфортне середовище для навчання [3].

Інформаційні системи значно підвищують гнучкість освітнього процесу. Студенти мають можливість навчатись у зручний для себе час, у власному темпі та з доступом до різних форматів матеріалів. Викладачі, у свою чергу, отримують інструменти для точного моніторингу успішності та оперативного реагування на труднощі у навчанні. Це дозволяє оптимізувати педагогічну взаємодію, переходячи від масового до індивідуального навчання.

Попри суттєві переваги, персоналізоване навчання супроводжується низкою викликів. Передусім, це технічні обмеження: не всі освітні заклади мають достатні ресурси для впровадження потужних інформаційних систем, адаптивних платформ чи хмарних рішень. Додатковою складністю є потреба у підготовці педагогів, які повинні володіти цифровими навичками та розуміти принципи персоналізованого підходу [8; 10].

Організаційні виклики також включають перебудову навчальних планів і підходів до оцінювання, що часто вимагає часу, зусиль і додаткових методичних розробок. Не менш важливими є етичні та правові аспекти:

використання персональних даних студентів у процесі аналітики й адаптації викликає питання щодо конфіденційності, захисту інформації та згоди на обробку даних.

Варто також зазначити ризик технологічної нерівності. Студенти з обмеженим доступом до інтернету або сучасних пристроїв можуть опинитися у невигідному становищі, що суперечить ідеї рівного доступу до якісної освіти. Тому впровадження персоналізації вимагає системного підходу, що включає технічне забезпечення, підвищення цифрової грамотності, етичну регламентацію та підтримку інклюзивного освітнього середовища. Персоналізоване навчання має значний потенціал для трансформації освітнього процесу, проте його ефективне застосування можливе лише за умови врахування й подолання низки викликів як технічного, так і педагогічного характеру.

Реалізація персоналізованого навчання за допомогою інформаційних систем набуває дедалі більшого поширення як у світовій, так і в українській освітній практиці. Університети, коледжі, школи та корпоративні освітні платформи активно впроваджують технологічні рішення, що дозволяють адаптувати освітній процес до потреб окремих здобувачів освіти.

Одним із найвідоміших міжнародних прикладів є використання платформи *Khan Academy*, яка завдяки вбудованим інструментам аналітики та адаптації пропонує кожному учневі індивідуальну траєкторію вивчення математики, природничих наук та інших дисциплін. Платформа аналізує відповіді користувача, визначає слабкі місця й пропонує відповідні вправи або відеоуроки. Подібний підхід застосовується й на платформах *Coursera*, *EdX*, де навчальні курси містять адаптивні завдання, автоматичний супровід прогресу та персональні рекомендації щодо подальшого навчання.

У контексті вищої освіти прикладом впровадження персоналізованого навчання є система *Open Learning Initiative* Університету Карнегі-Меллон, що використовує адаптивні навчальні модулі, інтегровані з аналітичними панелями для викладачів. Завдяки цьому викладачі можуть отримувати докладну інформацію про те, як саме студенти взаємодіють з матеріалом, і своєчасно коригувати навчальний процес [4; 5].

В Україні також з'являються ініціативи, орієнтовані на персоналізацію. Наприклад, система *Human*, яка використовується в низці шкіл та закладів вищої освіти, пропонує цифрове середовище з індивідуальними кабінетами учнів, журналами успішності, електронними розкладом і бібліотекою. Деякі заклади вищої освіти розробляють власні адаптивні освітні платформи або інтегрують функції персоналізації в базові системи управління навчанням, як-от *Moodle*. Використання плагінів аналітики, таких як *Learning Analytics Dashboard*, дозволяє викладачам слідкувати за динамікою прогресу студентів та будувати індивідуальні маршрути навчання [5].

У корпоративному секторі компанії, що займаються навчанням персоналу, активно застосовують персоналізовані платформи, засновані на машинному навчанні. Такі рішення дозволяють виявити прогалини в знаннях працівників, автоматично формувати рекомендовані курси й навіть моделювати потенційні кар'єрні траєкторії.

Отже, практика демонструє, що персоналізація за допомогою інформаційних систем – це не лише теоретична модель, а цілком реальний і результативний підхід, який вже сьогодні впроваджується в різних освітніх контекстах. Успішний досвід таких впроваджень свідчить про високу ефективність персоналізованого навчання та актуальність подальших інвестицій у розвиток відповідних технологій.

Персоналізація навчання продовжує розвиватися під впливом новітніх технологій та змін у підходах до освіти. Найбільш перспективним напрямом є інтеграція штучного інтелекту, що дозволяє створювати інтелектуальні освітні середовища, які не лише адаптують контент, але й імітують функції тьютора або наставника [10]. AI-системи вже здатні аналізувати поведінкові патерни студентів, передбачати труднощі у навчанні та надавати гнучкі, контекстуально обґрунтовані рекомендації. У майбутньому такі системи зможуть автоматично створювати індивідуальні навчальні курси відповідно до рівня знань, стилю мислення та кар'єрних цілей кожного здобувача.

Розвиток мобільних технологій і хмарних сервісів відкриває нові горизонти для персоналізації, оскільки навчання стає доступним незалежно від місця, часу та пристрою. Зростає популярність мікронавчання – формату, в якому освітній матеріал подається у вигляді коротких, легко засвоюваних модулів. Такий підхід ідеально поєднується з персоналізацією, адже дозволяє оперативно формувати індивідуальні набори знань для конкретних цілей і завдань.

Ще одним важливим напрямом є розвиток технологій доповненої (AR) та віртуальної (VR) реальності, що дозволяють створювати навчальні симуляції, максимально наближені до реального середовища. У поєднанні з аналітикою та адаптивними механізмами ці технології сприяють ще більш глибокій персоналізації, особливо у сферах, що вимагають практичного досвіду: медицині, інженерії, авіації, технічних науках [4; 10].

Окрему перспективу становить розвиток інтероперабельності освітніх систем – тобто здатності різних платформ і сервісів взаємодіяти між собою. Це дає змогу створювати цілісні освітні екосистеми, де персоналізовані дані супроводжують студента протягом усього навчального шляху – від школи до вищої освіти чи професійного розвитку.

Однак зростання технологічної складності вимагає не лише технічної модернізації, але й педагогічної переорієнтації. З'являється потреба у нових підходах до розробки навчальних програм, оцінювання результатів, а також у підготовці педагогів, здатних ефективно використовувати персоналізовані інструменти в навчальному процесі.

У майбутньому персоналізоване навчання, ймовірно, стане стандартом освітньої практики, а не винятком. За умови відповідної інфраструктурної та методичної підтримки, воно має потенціал значно підвищити якість освіти, її доступність, справедливість і відповідність потребам конкретної особистості та суспільства загалом [1; 2; 4].

**Висновки**

У статті розглянуто сутність персоналізованого навчання та визначено ключову роль інформаційних систем у його реалізації. Персоналізація як освітня стратегія дозволяє зробити навчальний процес більш гнучким, ефективним і орієнтованим на потреби кожного здобувача освіти. Інформаційні системи, зокрема адаптивні платформи, системи аналітики, рекомендаційні сервіси та інструменти штучного інтелекту, забезпечують технічну основу для реалізації індивідуалізованих освітніх траєкторій. Проаналізовано переваги персоналізованого навчання, серед яких – підвищення мотивації, залученості, глибини засвоєння знань та розвиток навичок самостійного навчання. Водночас визначено низку викликів, пов'язаних із технічними, педагогічними, організаційними й етичними аспектами впровадження персоналізації. Практичні приклади впровадження таких підходів у закладах освіти України та світу свідчать про реальні результати й потенціал цього напряму. У перспективі очікується подальше зростання ролі персоналізованого навчання в освітніх системах завдяки розвитку штучного інтелекту, мобільних і хмарних технологій, віртуальної реальності та інтероперабельних освітніх екосистем. Це зумовлює необхідність системної підтримки таких трансформацій на рівні освітньої політики, інфраструктури та підготовки педагогічних кадрів. Отже, персоналізація навчання за допомогою інформаційних систем є не лише сучасним викликом, а й стратегічною відповіддю на потреби нової освітньої реальності, що формує компетентного, відповідального й адаптивного фахівця майбутнього.

**Список використаної літератури**

1. Грищенко О. В., Коваленко І. В. Розвиток української освітньої системи в контексті Четвертої промислової революції. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2023. № 3(86). С. 15–20.

2. Бойко О. Г., Семеріков С. О., Триус Ю. В. Персоналізація навчання через адаптивні технології в контексті сталого розвитку освіти вчителів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. № 3(77). С. 1–15. DOI: https://doi.org/10.33407/itlt.v77i3.3522

3. Семеріков С. О. Сучасні інформаційні технології в освіті: методологія та досвід впровадження. Київ : Міленіум, 2020. 312 с.

4. Kozma R. B. The Effectiveness of Technology-Supported Personalised Learning in Low- and Middle-Income Countries: A Meta-Analysis. *British Journal of Educational Technology*. 2021. Vol. 52(2). P. 778–799. DOI: https://doi.org/10.1111/bjet.13116

5. Wang S., Christensen C., Cui W., Tong R., Yarnall L. A Systematic Literature Review of Personalized Learning Terms. *Smart Learning Environments*. 2020. Vol. 7. Article 15. DOI: https://doi.org/10.1186/s40561-020-00140-9

6. Smith A. Personalized Learning and AI: Revolutionizing Education. *Forbes*. 2024. URL: https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2024/07/22/personalized-learning-and-ai-revolutionizing-education

7. Закон України «Про освіту» від 5 вересня 2017 р. № 2145-VIII. *Відомості Верховної Ради України*. 2017. № 38–39. Ст. 380.

8. Про схвалення Концепції розвитку STEM-освіти в Україні : наказ Міністерства освіти і науки України від 05.08.2020 № 960. URL: https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-skhvalennya-koncepciyi-rozvitku-stem-osviti-v-ukrayini

9. Xu B., Recker M. Teaching Analytics: A Clustering and Triangulation Study of Digital Library User Data. *Educational Technology & Society*. 2012. Vol. 15(3). P. 103–115.

10. Woolf B. P. *Building Intelligent Interactive Tutors: Student-Centered Strategies for Revolutionizing E-Learning*. Burlington : Morgan Kaufmann, 2009. 381 p.

**References**

1. Hryshchenko, O. V., & Kovalenko, I. V. (2023). Rozvytok ukrainskoi osvitnoi systemy v konteksti Chetvertoi promyslovoi revoliutsii [Development of the Ukrainian educational system in the context of the Fourth Industrial Revolution]. *Osvita ta rozvytok obdarovanoi osobystosti – Education and Development of Gifted Personality*, *3*(86), 15–20.

2. Boiko, O. H., Semerikov, S. O., & Trius, Yu. V. (2020). Personalizatsiia navchannia cherez adaptyvni tekhnolohii v konteksti staloho rozvytku osvity vchyteliv [Personalization of learning through adaptive technologies in the context of sustainable teacher education development]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia – Information Technologies and Learning Tools*, *3*(77), 1–15. https://doi.org/10.33407/itlt.v77i3.3522

3. Semerikov, S. O. (2020). *Suchasni informatsiini tekhnolohii v osviti: Metodolohiia ta dosvid vprovadzhennia* [Modern information technologies in education: Methodology and implementation experience]. Kyiv : Milenium.

4. Kozma, R. B. (2021). The effectiveness of technology-supported personalised learning in low- and middle-income countries: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, *52*(2), 778–799. https://doi.org/10.1111/bjet.13116

5. Wang, S., Christensen, C., Cui, W., Tong, R., & Yarnall, L. (2020). A systematic literature review of personalized learning terms. *Smart Learning Environments*, *7*, Article 15. https://doi.org/10.1186/s40561-020-00140-9

6. Smith, A. (2024). Personalized learning and AI: Revolutionizing education. *Forbes*. https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2024/07/22/personalized-learning-and-ai-revolutionizing-education

7. Zakon Ukrainy "Pro osvitu" vid 5 veresnia 2017 r. № 2145-VIII. (2017). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy*, *38–39*, St. 380. [Law of Ukraine «On Education» of September 5, 2017, No. 2145-VIII]. (In Ukrainian).

8. Pro skhvalennia Kontseptsii rozvytku STEM-osvity v Ukraini: Nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 05.08.2020 № 960. (2020). Retrieved from https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-skhvalennya-koncepciyi-rozvitku-stem-osviti-v-ukrayini

9. Xu, B., & Recker, M. (2012). Teaching analytics: A clustering and triangulation study of digital library user data. *Educational Technology & Society*, *15*(3), 103–115.

10. Woolf, B. P. (2009). *Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Burlington: Morgan Kaufmann.