

Жигалюк Ангеліна, Середа Христина. Розділ XX. Валідація даних на основі штучного інтелекту в освіті. Штучний інтелект в освіті. Частина 1 : монографія / [авт. колектив]; за ред. Яцишин А. – Київ: ІЦО НАПН України, 2025. – С. 296-312. ISBN 978-617-8330-53-8

РОЗДІЛ XX. ВАЛІДАЦІЯ ДАНИХ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТІ

DOI: 10.33407/lib.NAES.id/748132

Жигалюк Ангеліна¹[0009-0005-4155-8152], **Середа Христина**¹[0000-0002-4510-7173],

¹Державна науково-педагогічна бібліотека України

імені В. О. Сухомлинського

zhigalyuk.angelina@gmail.com, seredak83@gmail.com

Анотація: У дослідженні наведено аналіз основних принципів валідації даних на основі штучного інтелекту в цифровому освітньому середовищі. Здійснено історіографічний огляд закордонних і вітчизняних джерел, що висвітлюють різні аспекти використання ШІ в освіті. Встановлено, що приклади цифрових ресурсів та інструментів на базі ШІ, наведені у публікації, дозволяють користувачам критично оцінювати цифровий навчальний контент, виявляти можливі фейки та маніпуляції, що сприяє підвищенню якості та достовірності освітніх матеріалів. З'ясовано, що використання алгоритмів машинного навчання може підвищити якість навчального контенту, автоматизувати його оновлення та створити ефективні системи оцінювання знань, що, в свою чергу, підвищує об'єктивність і точність освітніх процесів. Виявлено, що нові методи машинного навчання та обробки природної мови відкривають численні можливості для покращення цифрових освітніх ресурсів, забезпечуючи більш точну, адаптивну та прозору перевірку навчального контенту. Встановлено, що незважаючи на наявні виклики, алгоритми машинного навчання демонструють високу ефективність у виявленні неточностей у підручниках та автоматичній перевірці відповідей на тести. Зроблено висновок, що подальше вдосконалення моделей, розширення бази знань та інтеграція механізмів взаємодії між людиною і машиною допоможуть підвищити точність оцінювання та зменшити ймовірність помилкових висновків, що, в свою чергу, покращить якість

освітнього контенту та об'єктивність перевірки знань. Визначено перспективи подальшого використання штучного інтелекту для валідації даних в освіті.

Ключові слова: цифрове освітнє середовище, цифрові освітні ресурси, штучний інтелект, валідація даних, фейки.

AI-BASED DATA VALIDATION IN EDUCATION

Zhyhaliuk Anhelina¹[0009-0005-4155-8152], **Sereda Khrystyna**¹[0000-0002-4510-7173],

¹V. Sukhomlynskyi State Scientific and Educational Library of Ukraine

Abstract. The study provides an analysis of the basic principles of data validation based on artificial intelligence in the digital educational environment. A historiographical review of foreign and domestic sources covering various aspects of the use of AI in education was carried out. It was found that the examples of digital resources and AI-based tools given in the publication allow users to critically evaluate digital educational content, identify possible fakes and manipulations, which contributes to improving the quality and reliability of educational materials. It was found that the use of machine learning algorithms can improve the quality of educational content, automate its updating and create effective knowledge assessment systems, which, in turn, increases the objectivity and accuracy of educational processes. It was found that new methods of machine learning and natural language processing open up numerous opportunities for improving digital educational resources, providing more accurate, adaptive and transparent verification of educational content. It was found that despite the existing challenges, machine learning algorithms demonstrate high efficiency in detecting inaccuracies in textbooks and automatically checking test answers. It was concluded that further improvement of models, expansion of the knowledge base and integration of human-machine interaction mechanisms will help to increase the accuracy of assessment and reduce the likelihood of erroneous conclusions, which, in turn, will improve the quality of educational content and the objectivity of knowledge testing. The prospects for further use of artificial intelligence for data validation in education are identified.

Keywords: digital educational environment, digital educational resources, artificial intelligence, data validation, fakes.

Вступ. У сучасному світі освіта зазнає значних змін під впливом цифрових технологій. Цифрові освітні ресурси (далі – ЦОР) стають основною формою навчання, що призводить до збільшення обсягів даних. Забезпечення якості та надійності цієї інформації є важливим питанням для освітян та дослідників. Незважаючи на переваги ЦОР, вони можуть містити неточності, застарілі або спотворені дані, що негативно впливає на навчання. Традиційні методи валідації часто неефективні для обробки великих обсягів інформації. Тому актуальним є пошук нових підходів, серед яких перспективним є використання штучного інтелекту (далі – ШІ) для аналізу даних та підтвердження їх достовірності в цифрових освітніх ресурсах.

Аналіз літератури та постановка проблеми. Дослідження закордонних вчених про використання ШІ в освіті охоплюють: довіру до ШІ (Larimore, 2021); трансформацію навчання (Anderson, 2022); революцію в навчанні та викладанні (Jackson, 2022); методи залучення ШІ (Mallik & Gangopadhyay, 2023); ChatGPT і генеративну революцію (AL-Smadi, 2023); бібліометричний огляд (Kavitha et al., 2024); можливості та виклики справедливого навчання (Zhang, 2024); систематичний огляд генеративного ШІ (Ogunleye et al., 2024); аспекти ШІ у вищій освіті (Zhai, 2024); тенденції використання ШІ (Zhai & Wang, 2024); ШІ для підготовки майбутніх вчителів (Kalniņa et al., 2024).

Українські дослідники вивчають: використання ШІ у вищій освіті (Драч та ін., 2023); аспекти ШІ та відкритої науки (Мар'єнко, Коваленко, 2023); проблеми грамотності у ШІ (Мар'єнко та ін., 2023); професійний розвиток з використанням ШІ (Барладим та ін., 2024); етику ШІ (Бруяка та ін., 2024); підготовку докторів філософії (Бруяка, Коваленко, 2024); впровадження ШІ в навчання (Бруяка та ін., 2024); розроблення месенджерів з ШІ (Волошкін, Гриб'юк, 2024); професійний

розвиток з ІІІ (Гриб'юк, 2024); використання відкритого середовища з ІІІ (Гриб'юк та ін., 2024); роль ІІІ у цифровій компетентності освітян; рекомендації для вчителів щодо сервісів ІІІ; добір сервісів ІІІ для природничо-математичних предметів; альтернативи ChatGPT в освіті; дослідження проектування відкритого освітнього середовища з ІІІ (Мар'єнко, 2024); аналіз досвіду використання ІІІ в навчанні (Коваленко, Мар'єнко, 2024).

Попри значний прогрес у застосуванні ІІІ для аналізу освітніх даних, питання їхньої валідації залишається відкритим. Основні виклики включають ідентифікацію некоректних, неповних або застарілих даних, усунення упередженості в навчальних вибірках, а також розробку алгоритмів автоматизованої перевірки достовірності. Складність полягає в тому, що дані в освітній сфері часто мають неоднорідну структуру, надходять з різних джерел (LMS, онлайн-курсів, тестових платформ тощо) та можуть містити суб'єктивні оцінки, нерелевантні дані або помилки введення.

Відсутність ефективних методів валідації даних створює загрози для впровадження ІІІ в освіту, зокрема підвищує ризики зниження довіри до цифрових освітніх технологій. Тому розробка та впровадження алгоритмів ІІІ для автоматизованої валідації освітніх даних є нагальним завданням, що вимагає системного дослідження та практичних рішень.

У нашому дослідженні ми розглядаємо основні проблеми валідації освітніх даних за допомогою ІІІ, зокрема перевірки достовірності навчального контенту ЦОР, виявлення плагіату; аналізуємо сучасні підходи та пропонуємо перспективні рішення для підвищення якості та надійності даних в системі освіти, забезпечення академічної доброчесності та об'єктивного оцінювання знань учнів.

Результати дослідження: Національний стандарт України ДСТУ ISO 9000:2015 визначає валідацію (затвердження) як «підтвердження наданням об'єктивного доказу, що вимоги щодо конкретного передбаченого використання або застосування виконано» (ДСТУ ISO 9000:2015, с. 17).

Неформально, валідація даних – це процес визначення придатності набору

даних для певної мети, головною метою якого є гарантування їх відповідності цільовому використанню. Завдання валідації можуть включати перевірку на обмеження змінних, їх комбінацій, узгодженість між сутностями та з різних джерел. Процес валідації зазвичай включає визначення критеріїв, тестування даних та обробку результатів (Van der Loo & De Jonge, 2020).

ШІ значно підвищує ефективність валідації даних, використовуючи різноманітні методи аналізу, зокрема машинне навчання, обробку природної мови та комп'ютерний зір, а також підходи для забезпечення етичної валідації. Це дозволяє автоматизувати рутинні перевірки, значно підвищуючи точність та швидкість обробки великих обсягів даних, а також виявляти складні залежності. Проте, застосування ШІ пов'язане з викликами, такими як упередженість алгоритмів та питання прозорості. Важливою перевагою є здатність ШІ до автоматичної перевірки фактів, зіставляючи дані з авторитетними джерелами, що за умови відповідального використання відкриває нові можливості для якісного та ефективного процесу валідації (Чорнобай, Карпішен, 2024).

Своєчасна валідація даних є критично важливою для забезпечення безпеки та цілісності ЦОР. Застосування штучного інтелекту значно підвищує ефективність цього процесу, особливо в контексті API (інтерфейсів програмування додатків) – набору програмних кодів, що дозволяють різним програмним продуктам обмінюватися даними, які часто використовуються для надання навчального контенту та послуг. Методи поведінкового аналізу на основі ШІ дозволяють здійснювати моніторинг API в режимі реального часу, виявляючи аномалії трафіку та потенційні загрози безпеці. Це сприяє своєчасному виявленню вразливостей та захисту освітніх платформ від зловживань (Mai-inji, Babatope, Ukhurebor, Adesina, Nwaocha, Sinan, Nwankwo, 2024).

У сфері цифрових освітніх ресурсів складність валідації систем машинного навчання може мати прямі негативні наслідки. Оскільки в таких системах вони залежать від якості вхідних даних, недостатня перевірка може призвести до

поширення неточної навчальної інформації або неефективних рекомендацій щодо навчання. Це, у свою чергу, може знизити довіру користувачів до освітньої платформи та загалом негативно вплинути на результати навчання (Shankar, Fawaz, Gyllstrom, Parameswaran, 2023).

На відміну від трудомістких ручних перевірок та обмеженої валідації на основі правил, ШІ пропонує значно ефективніші методи валідації даних для цифрових освітніх ресурсів. Завдяки здатності до автоматизації рутинних завдань, ШІ суттєво підвищує швидкість та точність процесу (Гриценчук, 2024; Топузов, Алексєєва, 2024). Використовуючи алгоритми машинного навчання, ШІ може аналізувати великі обсяги даних для виявлення складних аномалій, що забезпечує більш глибоку та якісну перевірку порівняно з простими правилами (Топузов, Алексєєва, 2024). Крім того, інтелектуальні системи на основі ШІ можуть надавати зворотний зв'язок та допомагати в процесі валідації, підвищуючи його точність (Коломієць, Кушнір, 2023; Зацерківна, Халіманенко, 2023).

Традиційні методи валідації даних у цифрових освітніх ресурсах, такі як ручні перевірки та валідація на основі правил, мають свої переваги, але й значні обмеження. Одним із головних недоліків є їхня трудомісткість та великі затрати часу, особливо при обробці значних обсягів даних. У цьому контексті машинне навчання пропонує потенціал для автоматизації процесів валідації, що може суттєво підвищити ефективність (Hilbert, Coors, Kraus, Bischl, Lindl, Frei, Wild, Krauss, Goretzko, & Stachl, 2021). Також, традиційні методи, що базуються на заздалегідь визначених правилах, можуть бути недостатньо гнучкими для виявлення складних аномалій у даних. Натомість, алгоритми машинного навчання здатні розпізнавати такі закономірності (Ersozlu, Taheri, & Koch, 2024). Важливо відзначити, що машинне навчання може відігравати ключову роль не лише у валідації первинних даних, але й у оцінці обґрунтованості аналітичних моделей, що є складнішим завданням для традиційних підходів (Hilbert et al., 2021).

Якість інформації є узагальнюючою характеристикою, що визначає її цінність

для споживача та ступінь відповідності його потребам. Валідація даних, що є ключовим процесом у забезпеченні надійності цифрових освітніх ресурсів, безпосередньо впливає на цей аспект інформації, яка надається користувачам. Зокрема, якісна валідація сприяє досягненню таких важливих властивостей, як релевантність, повнота, своєчасність та достовірність (Захарова, Філіпова, Задорожний, Тарасенко, 2024). Саме ці властивості є визначальними для задоволення інформаційних потреб споживачів.

Валідація даних на основі штучного інтелекту базується на кількох ключових принципах, серед яких надійність алгоритмів, прозорість результатів та мінімізація упередженості (SDAIA [Saudi Data & AI Authority], 2023). Ці принципи передбачають стабільну роботу ШІ-систем, зрозумілість їхніх рішень та усунення будь-яких форм дискримінації.

Для кількісної оцінки якості валідації даних за допомогою штучного інтелекту використовуються різні метрики (Vlăsceanu et al., 2024). Ключовими є точність (accuracy) для визначення загальної правильності, відкликання (recall) та Intersection over Union (IoU) для оцінки повноти виявлення помилок, а також F-міра (F1-score) як збалансована оцінка точності та відкликання. Залежно від вимог, можуть застосовуватися й інші метрики. У дослідженні (Baron & Stańczyk, 2021) розглядається перехресна перевірка як поширений метод оцінки ефективності класифікаторів у машинному навчанні.

Виявлення фейків та маніпуляцій стає все більш актуальною проблемою в контексті цифрових освітніх ресурсів, особливо з розвитком генеративного штучного інтелекту (GenAI). Згідно з керівництвом ЮНЕСКО щодо використання генеративного ШІ в освіті та наукових дослідженнях, однією з ключових суперечностей, пов'язаних з GenAI, є поглиблення проблеми «deepfakes». Deepfakes, або глибокі фейки, являють собою складні підробки, створені за допомогою штучного інтелекту, які можуть бути дуже реалістичними та важко відрізняваними від справжнього контенту. У сфері освіти це може призвести до

поширення недостовірної інформації, маніпуляцій навчальним контентом та інших негативних наслідків, що підкреслює важливість розробки методів виявлення таких фейків у цифрових освітніх ресурсах (UNESCO, 2023).

В українському контексті зростає потреба у виявленні фейків та маніпуляцій в цифрових освітніх ресурсах. Для оптимізації цього процесу використовуються різноманітні цифрові інструменти, серед яких особливе місце займають рішення на основі штучного інтелекту.

Для виявлення дезінформації в цифрових освітніх ресурсах існує низка інструментів. Одним з них є розширення для браузера «Фейкогріз», яке автоматично виявляє ознаки дезінформації на вебсторінках. Вебсайт «Детектор фейкових новин» використовує нейронні мережі для аналізу вебсторінок та порівняння їх з базами даних неправдивої інформації. Для перевірки візуальних матеріалів застосовується інструмент Google Reverse Image Search. Крім того, розширення NewsCracker допомагає оцінити надійність новинних джерел та рівень маніпуляції контентом (Гуралюк, Годецька, Симоненко, 2024). Таким чином, ці та інші цифрові ресурси на основі штучного інтелекту надають користувачам можливість критично оцінювати цифровий навчальний контент, виявляти потенційні фейки та маніпуляції, сприяючи підвищенню якості та достовірності освітніх матеріалів.

Використання ШІ в освітніх програмах, включаючи валідацію даних, може мати потенційні недоліки, такі як значні витрати на впровадження, залежність від високої якості та достатньої кількості навчальних даних, а також потреба у кваліфікованому персоналі для розробки, розгортання та підтримки відповідних систем (Коломієць & Кушнір, 2024). Крім того, існують проблеми, пов'язані з етичними аспектами, такими як забезпечення справедливості та уникнення дискримінації, конфіденційністю особистих даних студентів, безпекою освітніх даних від несанкціонованого доступу або маніпуляцій, а також недостатнім рівнем цифрової компетентності в галузі ШІ серед викладачів та студентів (Гриценчук, 2024).

Застосування ШІ для валідації даних в освіті викликає ширші занепокоєння, зокрема щодо ризиків надмірної автоматизації без належного людського контролю. Серед ключових проблем – конфіденційність даних, етичні питання (включаючи упередження алгоритмів) та обмежена здатність ШІ повністю розуміти складність людського навчання (López-Meneses et al., 2025).

Слід також враховувати ризик надмірно спрощених підходів до навчання при необдуманому впровадженні ШІ, що може негативно вплинути на валідацію та інтерпретацію даних. Інструменти оцінювання на основі ШІ мають обмеження, включаючи упередженість навчальних даних та складнощі з узагальненням моделей на різні освітні контексти (Santos et al., 2024). Ці обмеження безпосередньо впливають на валідацію даних ШІ, де упередження можуть призвести до неточних результатів. Важливими є також етичні та політичні питання, зокрема щодо конфіденційності даних та відсутності національних норм для регулювання використання ШІ в освіті (UNESCO, 2023).

ШІ в цифровій освіті забезпечує достовірність контенту шляхом створення адаптивних навчальних матеріалів та автоматизованої перевірки, що включає аналіз точності, релевантності, відповідності науковим даним і виявлення плагіату. Він також оцінює відповіді учнів, сприяючи розвитку критичного мислення, що підвищує якість освіти та оптимізує навчальні процеси. Валідовані дані, отримані за допомогою цих технологій, запобігають поширенню помилкової інформації, сприяють персоналізованому навчанню та створюють узгоджені бази знань, підвищуючи ефективність цифрових освітніх платформ.

Алгоритм використання штучного інтелекту для автоматичного оновлення баз знань починається зі збору даних з різних джерел, таких як веб-сайти та наукові публікації. Далі дані очищають, нормалізують та структурують для аналізу. Використовуються алгоритми машинного навчання для виявлення та видалення застарілої інформації, а також для побудови векторних представлень.

На етапі аналізу актуальності визначаються теми, що потребують оновлення,

за допомогою методів аналізу трендів і семантичного пошуку, таких як Retrieval-Augmented Generation (RAG). Генеративні моделі, наприклад GPT, створюють новий контент або редагують існуючі записи, вказуючи на авторитетні джерела.

Система автоматично оновлює базу знань через API, забезпечуючи синхронізацію з іншими системами. Впроваджуються метрики для моніторингу точності та актуальності контенту, а також збирається зворотний зв'язок від користувачів для вдосконалення моделі. Регулярно оновлюються навчальні набори даних, що дозволяє мінімізувати ризик помилок і адаптуватися до змін у предметній області. Таким чином, створюється адаптивна система, що постійно відстежує нові дані і забезпечує актуальність бази знань у швидкозмінних галузях.

Для прозорості та підзвітності ШІ-систем валідації даних необхідний комплексний підхід. Важливо документувати алгоритми, джерела та механізми контролю якості, забезпечуючи відкритість і можливість аудиту. Необхідний постійний моніторинг для виявлення відхилень і їхньої корекції. Системи мають відповідати законодавству (GDPR, AI Act) та передбачати «людський нагляд» для перевірки ключових рішень. Відкритий код і загальнодоступні стандарти сприяють довірі та незалежному аудиту, роблячи ШІ-системи надійними та етичними.

Захист персональних даних у ШІ вимагає сучасних технологій, безпекових політик і відповідності нормам. ШІ-алгоритми виявляють аномалії в мережевій активності, запобігаючи несанкціонованому доступу. Гомоморфне шифрування дозволяє аналізувати зашифровані дані без розкриття їхнього змісту, а федеративне навчання мінімізує ризик витоку інформації. Біометрична та двофакторна автентифікація обмежують доступ. Регулярні аудити, політики безпеки та навчання персоналу забезпечують відповідність стандартам конфіденційності та GDPR, підвищуючи довіру користувачів.

Щоб уникнути дискримінації у валідації даних ШІ, необхідно забезпечити якісні, репрезентативні набори даних, що відображають реальний світ. Використання інструментів для виявлення упередженості, залучення експертів (Human-in-the-Loop) та

постійний моніторинг моделей допоможуть мінімізувати ризики. Важливо дотримуватися правових норм, таких як AI Act, та залучати різноманітні команди розробників для усунення потенційної упередженості на етапах розробки.

Одним із прикладів використання машинного навчання в освіті є автоматичне виявлення неточностей у підручниках. Модель обробки природної мови (NLP) аналізує тексти на наявність логічних помилок, застарілих фактів або стилістичних невідповідностей, порівнюючи їхній зміст із перевіреними джерелами (наприклад, науковими статтями, офіційними документами, енциклопедіями) за допомогою семантичного аналізу. У разі виявлення розбіжностей, наприклад, застарілої інформації, система сигналізує про необхідність експертної перевірки.

Алгоритм роботи включає збір і підготовку даних (токенізація, лематизація), аналіз навчальних матеріалів за допомогою BERT і GPT, перевірку тверджень через бази даних (Wikipedia, Google Scholar) та автоматичне оцінювання відповідей учнів. Проте існують проблеми: контекстна неоднозначність, коли модель неправильно інтерпретує багатозначні терміни, обмежена база знань, що може призводити до помилкової оцінки правильних тверджень, труднощі з перевіркою творчих відповідей учнів, а також упередженість у навчальних даних, яка відтворюється у висновках моделі. Ці аспекти потребують додаткового доопрацювання.

Перспективи валідації даних ІІІ в освіті включають створення адаптивних систем, що перевіряють коректність інформації та підлаштовуються під освітні стандарти. Вдосконалення NLP дозволить ІІІ не лише знаходити неточності, а й пояснювати їх, пропонуючи виправлення. Глибоке навчання сприятиме самостійній адаптації алгоритмів до нових джерел. Адаптивні системи враховуватимуть рівень знань користувачів, персоналізуючи підказки та складність завдань. Технології Explainable AI (XAI) зроблять процес валідації прозорішим, підвищуючи довіру до ІІІ. Інтеграція блокчейну забезпечить збереження та незмінність перевірених даних.

Висновки: У публікації проаналізовано основні засади валідації даних на основі штучного інтелекту в цифровому освітньому середовищі, спираючись на

історіографічний аналіз відповідних джерел. Встановлено, що ШІ-інструменти допомагають користувачам критично оцінювати навчальний контент, виявляти дезінформацію та підвищувати його якість. Використання алгоритмів машинного навчання покращує якість контенту, автоматизує оновлення та створює більш ефективні системи оцінювання, що сприяє об'єктивності освітніх процесів. Нові методи машинного навчання та обробки природної мови відкривають можливості для точнішої, адаптивнішої та прозорішої перевірки навчального контенту. Доведено високу ефективність алгоритмів машинного навчання у виявленні неточностей та автоматичній перевірці знань, а їх подальший розвиток сприятиме підвищенню якості освітнього контенту та об'єктивності оцінювання.

Ймовірно, що подальший розвиток валідації даних на основі ШІ буде зосереджений на створенні більш інтелектуальних, адаптивних і прозорих систем, що не лише підвищать точність перевірки навчального контенту, а й сприятимуть персоналізації навчання, підвищенню його ефективності та довіри до цифрових освітніх ресурсів. Таким чином, застосування ШІ в галузі освіти відкриває нові горизонти для оптимізації навчального процесу в цілому, забезпечуючи надійність, ефективність і високі стандарти якості в цифровому навчанні.

Список джерел

1. *AI Ethics Principles* (Version 1.0). (2023, September). Saudi Data & AI Authority. Retrieved March 28, 2025 from <https://sdaia.gov.sa/en/SDAIA/about/Documents/ai-principles.pdf>
2. AL-Smadi, M. (2023). ChatGPT and beyond: The generative AI revolution in education. *Research Gate*. Preprint. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11376.23049>
3. Anderson, J. (2022). AI in education: Transforming learning and personalized instruction. *Journal of Arts, Society, and Education Studies*, 4(3), 107. <https://www.journal-ases.online/4/3/107>
4. Baron, G., & Stańczyk, U. (2021). Standard vs. non-standard cross-validation: evaluation of performance in a space with structured distribution of datapoints. *Procedia Computer Science*, 192, 1245–1254. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.08.128>
5. Crompton H. & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1). <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-023-00392-8>
6. Ersozlu, Z., Taheri, S., & Koch, I. (2024). A review of machine learning methods

used for educational data. *Education and Information Technologies*, (29), 22125–22145. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12704-0>

7. Hilbert, S., Coors, S., Kraus, E., Bischl, B., Lindl, A., Frei, M., Wild, J., Krauss, S., Goretzko, D., & Stachl, C. (2021). Machine learning for the educational sciences. *Review of Education*, 9(3). <https://doi.org/10.1002/rev3.3310>

8. Jackson, R. (2022). AI in education: Revolutionizing learning and teaching. *Journal of Arts, Society, and Education Studies*, 4(4), 116. <https://www.journal-ases.online/4/4/116>

9. Jim Larimore. A step towards building greater trust in AI in education. *University World New*, 18 December 2021. <https://www.universityworldnews.com/post.php?story=20211214103758477>.

10. Kalniņa, D., Nīmanīte, D., & Baranova, S. (2024). Artificial intelligence for higher education: Benefits and challenges for pre-service teachers. *Frontiers in Education*, 9, Article 1501819. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1501819>

11. Kavitha, K., Joshith, V. P., Rajeev, N. P., & S, A. (2024). Artificial intelligence in higher education: A bibliometric approach. *European Journal of Educational Research*, 13(3), 1121-1137. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.13.3.1121>

12. López-Meneses, E., López-Catalán, L., Pelicano-Piris, N., & Mellado-Moreno, P. C. (2025). Artificial Intelligence in Educational Data Mining and Human-in-the-Loop Machine Learning and Machine Teaching: Analysis of Scientific Knowledge. *Applied Sciences*, 15(2), 772. <https://doi.org/10.3390/app15020772>

13. Mai-inji, A. Y., Babatope, L. O., Ukhurebor, K. E., Adesina, A. O., Nwaocha, V., Sinan, I. I., Nwankwo, U. C., Lyada, E., & Ashawa, M. (2024). E – learning systems application programming interfaces security management. *Journal of Autonomous Intelligence*, 7(5). Retrieved from <https://jai.front-sci.com/index.php/jai/article/view/1318/980>

14. Mallik, S., & Gangopadhyay, A. (2023). Proactive and reactive engagement of artificial intelligence methods for education: A review. <https://www.frontiersin.org/journals/artificial-intelligence/articles/10.3389/frai.2023.1151391/full>

15. Marienko, M.V., Semerikov, Serhiy O. and Markova, Oksana (2024) Грамотність у галузі штучного інтелекту в середній освіті: методологічні підходи та проблеми. *Proceedings of the 11th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2023)*. Kryvyi Rih, Ukraine, December 22, 2023 (3679). стр. 87-97. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/741775/>

16. Ogunleye, B., Zakariyyah, K. I., Ajao, O., Olayinka, O., & Sharma, H. (2024). A systematic review of generative AI for teaching and learning practice. <https://doi.org/10.3390/educsci14060636>

17. Santos, R., Villaceran, R., Rioflorido, J., & Paguiligan, D. (2024). Initial Development and Validation of a Questionnaire for Students' Artificial Intelligence Knowledge in Education. *Cognizance Journal of Multidisciplinary Studies*, 4(5), 32–41. <https://doi.org/10.47760/cognizance.2024.v04i05.003>

18. Shankar, S., Fawaz, L., Gyllstrom, K., & Parameswaran, A. (2023, October). Automatic and precise data validation for machine learning. In *Proceedings of the 32nd ACM International Conference on Information and Knowledge Management*, 2198–2207. Retrieved

March 28, 2025 from <https://www.amazon.science/publications/automated-data-validation-in-machine-learning-systems>

19. UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. 44 p. <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>

20. Van der Loo, M. P. J., & De Jonge, E. (2020). Data Validation. In *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat08255>

21. Vlăsceanu, G. V., Tarbă, N., Voncilă, M. L., & Boiană, C. A. (2024). Selecting the Right Metric: A Detailed Study on Image Segmentation Evaluation. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 15(4), 295–318. <https://doi.org/10.70594/brain/15.4/20>

22. Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-019-0171-0>

23. Zhang, C. (2024). AI in education: Opportunities, challenges, and pathways for equitable learning. *Journal of Education, Humanities and Social Sciences*, 45, 723–728. <https://doi.org/10.54097/kfgp6j07>

24. Барладим, В.М., Бруяка, А.В., Бугаєнко, М.А., Гриб'юк, О.О., Коваленко, В.В., Мар'єнко, М.В., Осадчий, В. В., Семеріков, С. О., Тукало, С.М., Шишкіна, М.П. and Яцишин, А.В. (2024). Використання засобів і сервісів штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів. ЦО НАПН України, м. Київ, Україна. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/744000/>

25. Бруяка, А.В. and Коваленко, В.В. (2024). Щодо проблеми використання штучного інтелекту у підготовці докторів філософії In: *Цифрова трансформація науково-освітніх середовищ в умовах воєнного стану* : збірник матеріалів. Звітна наукова конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України, 23 лютого 2024 р., м. Київ. ЦО НАПН України, С. 106-108. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/740827/>

26. Бруяка, А.В., Коваленко, В.В., Мар'єнко, М.В. (2024). Досвід впровадження штучного інтелекту в процес викладання дисципліни «Інформаційно-комунікаційні технології навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень». *«Перспективи та інновації науки (Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»)»*, 4 (38). стор. 94-107. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/740418/>

27. Волошкін, В.В. and Гриб'юк, О.О. (2024). Розроблення месенджера з використанням технології штучного інтелекту. In: *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та економічного відновлення України*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених . ХНАДУ, м. Харків, Україна, стор. 159-161. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/741677/>

28. Гриб'юк, О.О. (2024). Використання технологій штучного інтелекту вчителями математики в процесі дослідницького навчання для мотивації навчально-пізнавальної діяльності учнів: виклики, загрози та перспективи *Педагогічна інноватика: сучасність та перспективи* (4). стор. 116-126. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742558/>

29. Гриб'юк, О.О. (2024). Педагогічне проектування варіативних моделей комп'ютерно орієнтованих методичних систем дослідницького навчання предметів природничо-математичного циклу з використанням технологій штучного інтелекту. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*, 1 (92). стор. 93-102. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/741795/>

30. Гриб'юк, О.О. (2024). Форми і методи використання технологій штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів: дидактичні та психофізіологічні аспекти дослідницького навчання. *Габітус*, 4 (60). стор. 55-68. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/741696/>

31. Гриб'юк, О.О., Дзюба, С.М., Коваленко, В.В., Мар'єнко, М.В., Осадчий, В. В., Семеріков, С.О., Шишкіна, М.П. and Яцишин, А.В. (2024). Використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів. *ЩО НАПН України*, м. Київ, Україна. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/743998/>

32. Гриценчук, О. (2024). Використання штучного інтелекту в освіті: тенденції та перспективи в Україні та за кордоном. *Вісник Кафедри ЮНЕСКО Неперервна професійна освіта XXI століття*, 2(10), 152–161. [https://doi.org/10.35387/ucj.2\(10\).2024.0012](https://doi.org/10.35387/ucj.2(10).2024.0012)

33. Гуралюк, А. Г., Годєцька, Т. І., & Симоненко, Т. В. (2024). Інструменти цифрової трансформації як засіб створення і функціонування інформаційних освітніх середовищ. *Імідж сучасного педагога*, 6(219), 10–15. [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2024-6\(219\)-10-15](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2024-6(219)-10-15)

34. Драч, І., Петроє, О. Бородієнко, О., Регейло, І., Базелюк, О., Базелюк, Н. Слободянюк, О. Використання штучного інтелекту у вищій освіті. *Міжнародний науковий журнал «Університети і лідерство»*, № 15, с. 66-82, 2023. <https://dspace.lvduvs.edu.ua/handle/1234567890/7011>

35. Захарова, І. В., Філіпова, Л. Я., Задорожний, І. С., & Тарасенко, Д. А. (2024). *Основи інформаційно-аналітичної діяльності : навч. посіб. (2-е вид., випр. і допов.) (347 с.)*. Східноєвропейський університет імені Рауфа Аблязова. Отримано 28 березня 2025 з <https://suem.edu.ua/storage/doc/books/osnovy-informaciyno-analitychnoi-dialnosti-zaharova2.pdf>

36. Зацерківна, М., & Халіманенко, В. (2023). Роль штучного інтелекту в інформатизації освіти: перспективи та виклики. *Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері*, 6(2), 274–283. <https://doi.org/10.31866/2617-796X.6.2.2023.293592>

37. Коваленко, В.В. (2024). Про штучний інтелект у професійному розвитку вчителя. *Цифрова трансформація науково-освітніх середовищ в умовах воєнного стану : збірник матеріалів. Звітна наукова конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України, 23 лютого 2024 р., м. Київ .* ЩО НАПН України, м. Київ, Україна, стор. 108-110. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/740828/>

38. Коваленко, В.В. (2024). Рекомендації для вчителів щодо використання сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів. *Перспективи та інновації науки»* (Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»), 12 (46). стор. 369-382. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/743879/>

39. Коваленко, В.В. (2024). Роль штучного інтелекту у процесі розвитку цифрової компетентності освітян. *Сучасні технології візуалізації колекцій цифрових освітніх ресурсів* : зб. матеріалів круглого столу (до Всеукраїнського фестивалю науки), 14 трав. 2024 р., Київ. Нілан-ЛТД, м. Вінниця, Україна, стор. 30-31. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742300/>
40. Коваленко, В.В. and Мар'єнко, М.В. (2024). Проблема використання вчителями сервісів штучного інтелекту: аналіз понятійного апарату. *Штучний інтелект у науці та освіті (AISE 2024). Artificial intelligence in science and education* : збірник матеріалів міжнародної наукової конференції (Київ, 1-2 березня 2024 р.) . УкрІНТЕІ, м. Київ, Україна, стор. 88-90. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/740830/>
41. Коваленко, В.В. and Мар'єнко, М.В. (2024). Сервіси штучного інтелекту як складники комп'ютерно орієнтованого середовища. *Інноваційна педагогіка*, 1 (68). стор. 254-259. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/739965/>
42. Коваленко, В.В. and Мар'єнко, М.В. (2024). Використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти. ІЦО НАПН України, м. Київ, Україна. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/743886/>
43. Коломієць А., Кушнір О. (2023) Використання штучного інтелекту в освітній та науковій діяльності: можливості та виклики. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*, (70). С. 45–57. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-45-57>
44. Мар'єнко М., Коваленко В., Штучний інтелект та відкрита наука в освіті. *Фізико-математична освіта*. Том 38, № 1 / Vol. 38, No 1 с. 48-53, (2023). <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-007>
45. Мар'єнко, М.В. (2024). Gemini як альтернатива ChatGPT в освітньому процесі ЗЗСО. *Імерсивні технології в освіті* : збірник матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 30 квітня 2024 р.) . ІЦО НАПН України, м. Київ, Україна, стор. 197-201. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742748/>
46. Мар'єнко, М. В. (2024). Добір сервісів штучного інтелекту для використання у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки* (214). стор. 256-261. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742636/>
47. Мар'єнко, М. В. (2024). Перспективні шляхи використання засобів і сервісів штучного інтелекту Європейської хмари відкритої науки для професійного розвитку педагогічних кадрів. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки* (213). стор. 196-201. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/739911/>
48. Мар'єнко, М. В. (2024). Проектування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту: дослідження стану проблеми. *Цифрова трансформація науково-освітніх середовищ в умовах воєнного стану* : збірник матеріалів. Звітна наукова конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України, 23 лютого 2024 р., м. Київ. ІЦО НАПН України, м. Київ, Україна, стор. 119-121. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/740587/>

49. Мар'єнко, М. В. (2024). Штучний інтелект у системі запитань «Цифрограм для вчителів» *Фізико-математична освіта*, 1 (39). стор. 29-34. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/739708/>

50. Мар'єнко, М.В. and Коваленко, В.В. (2024). Використання вчителями сервісів штучного інтелекту в навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти: аналіз вітчизняного і закордонного досвіду. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*, 1 (92). стор. 78-83. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/740228/>

51. Паламар, С., & Науменко, М. (2024). Штучний інтелект в освіті: використання без порушення принципів академічної чесності. *Освітологічний дискурс*, 44(1), 68–83. <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2024.15>

52. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів (ДСТУ ISO 9000:2015). (2016). ДП "УкрНДНЦ". Отримано 28 березня 2025 з https://m.tntu.edu.ua/storage/pages/00000651/dstu9000-2015_osnovni_pol.slovnyk.pdf

53. Топузов, О., & Алексєєва, С. (2024). Можливості використання штучного інтелекту в освітньому процесі закладів середньої освіти в умовах воєнного стану. *Український Педагогічний журнал*, (1), 5–11. <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2024-1-5-11>

54. Чорнобай, Е. І. (2024). Аналіз та пошук інформації за допомогою генеративного ШІ. У *Матеріали міжнародної наукової конференції "Математичне моделювання та інформаційні технології сучасності"*. Харків 2024, 219-221. Отримано 28 березня 2025 з <https://mf.khadi.kharkov.ua/detail/article/materiali-mizhnarodnoji-naukovoji-konferenciji-matematichne-modeljuvannja-ta-informaciini-tekhnologiji-suchas/>