

УДК 004.9:37.018.43:305

DOI <https://doi.org/10.36994/2788-5518-2025-02-10-16>

АНАЛІТИКА ОСВІТНІХ ДАНИХ ЯК ІНСТРУМЕНТ ВИЗНАЧЕННЯ ГЕНДЕРНИХ ДИСБАЛАНСІВ У ЦИФРОВІЙ ОСВІТІ

Стисло Т. Р., к.ю.н., доцент кафедри ІТ «Університет Короля Данила», Івано-Франківськ, Україна.
<https://orcid.org/0000-0002-2377-7985>, taras.styslo@ukd.edu.ua

Анотація. У статті досліджується, як аналітика освітніх даних може допомогти знайти відповідь на це питання, зосереджуючись на гендерних дисбалансах у цифровій освіті. Наприклад, чому дівчата часто відмовляються від ІТ-спеціальностей, навіть маючи такі ж здібності, як хлопці? Чи впливає оформлення онлайн-курсів на їхню участь? Ці нюанси важко помітити без системного аналізу – саме тут і знадобиться Learning Analytics. Порівнюючи дані UNESCO, OECD та українські звіти, стає очевидно: проблема глибша, ніж просто «менше жінок у STEM». У багатьох країнах дівчата краще вчаться на цифрових платформах, але рідше обирають технічні спеціальності через стереотипи чи відсутність рольових моделей. Щоб змінити ситуацію, потрібно не просто збирати статистику, а розуміти, як формуються ці нерівності. У статті пропонується практичний підхід: збирання даних не лише про оцінки, а й про те, як студенти взаємодіють з платформами (наприклад, чи часто вони заходять на технічні модулі, як довго вивчають теми, які запитання задають). У моделі оцінення складу студентів додано етап «перевірки на гендерну сліпоту» – перед запуском аналізу дані очищаються від статевих маркерів, а потім результати порівнюються з реальними соціологічними дослідженнями. Також описано, як створити дашборд, де адміністратори побачать не просто графіки, а конкретні рекомендації. Не менш важливо – питання конфіденційності. Автор наводить приклад з нідерландського університету, де анонімізовані дані все ж дозволили ідентифікувати студентів через їхні унікальні шаблони навчання. Тому в пропонуваній моделі обробка даних відбувається локально, без передачі в хмарні сервіси, а доступ до інформації мають лише верифіковані експерти. Стаття показує: шлях до гендерної справедливості у цифровій освіті – це не автоматичні алгоритми, а їхнє розумне поєднання з людським досвідом.

Ключові слова: аналітика освітніх даних; цифрова освіта; гендерна рівність; інформаційні технології; машинне навчання; цифрова інклюзія; етичне використання даних.

LEARNING ANALYTICS AS A TOOL FOR IDENTIFYING GENDER IMBALANCES IN DIGITAL EDUCATION

Styslo T. R., Ph.D., Ass. Prof. of the IT Department of King Danylo University, Ivano-Frankivsk, Ukraine.
<https://orcid.org/0000-0002-2377-7985>, taras.styslo@ukd.edu.ua

Abstract. The article explores how educational data analytics can help answer this question by focusing on gender imbalances in digital education. For example, why do girls often drop out of IT majors, even when they have the same abilities as boys? Does the design of online courses affect their participation? These nuances are difficult to notice without a systematic analysis – this is where Learning Analytics comes in handy. Comparing data from UNESCO, OECD and Ukrainian reports, it becomes clear: the problem is deeper than just “fewer women in STEM”. In many countries, girls learn better on digital platforms, but are less likely to choose technical majors due to stereotypes or a lack of role models. To change the situation, it is necessary not only to collect statistics, but also to understand how these inequalities are formed. The article suggests a practical approach: collecting data not only on grades, but also on how students interact with the platforms (for example, how often they access technical modules, how long they study the topics, what questions they ask). The student composition assessment model includes a “gender blindness check” stage – before running the analysis, the data is cleaned of gender markers, and then the results are compared with real sociological studies. It also describes how to create a dashboard where administrators will see not just graphs, but specific recommendations. No less important is the issue of confidentiality. The author gives an example from a Dutch university, where anonymized data still allowed students to be identified through their unique learning patterns. Therefore, in the proposed model, data processing takes place locally, without being transferred to cloud services, and only verified experts have access to the information. The article shows: the path to gender justice in digital education is not automatic algorithms, but their intelligent combination with human experience.

Key words: learning analytics; digital education; gender equality; information technologies; machine learning; digital inclusion; ethical data use.

Вступ

У сучасному світі цифрові технології кардинально змінюють освіту. Ми все частіше використовуємо розумні системи для аналізу навчальних даних – від простого збору інформації до її глибокої обробки та інтерпретації [1; 2]. Це дозволяє не лише індивідуалізувати навчання, а й краще розуміти соціальні процеси в освітньому середовищі, зокрема гендерні аспекти [3].

Проте автоматизація освітніх процесів створює нові виклики. Алгоритми, які керують доступом до знань і оцінюють успішність студентів, можуть несвідомо поширювати старі стереотипи [4]. Адже вони часто базуються на історичних даних, де вже присутні суспільні упередження [5; 6].

Особливо гостро ця проблема стоїть в Україні, де поки немає чітких методик для аналізу освітніх даних з точки зору гендерної рівності [7]. Через це складно розробляти ефективні програми цифрової інклюзії, які враховують потреби всіх груп користувачів.

Аналіз останніх досліджень

Гендерна рівність у цифровій освіті – це тема, яка активно обговорюється в багатьох міжнародних дослідженнях. Наприклад, у звіті UNESCO “Gender Equality in the Digital Learning Era” (2023) зазначається, що жінки складають менше третини учасників STEM-дисциплін у світі [8]. Ще один тривожний момент полягає в тому, що алгоритми навчальних платформ часто несвідомо підсилюють традиційні стереотипи, що створює додаткові бар'єри для гендерної рівності.

Організація OECD (2022) наголошує, що ефективне використання освітньої аналітики можливе лише за умов наявності політик відкритості даних, прозорості алгоритмів і формування етичної культури оброблення освітньої інформації [9].

Дослідження Lund і Wang (2023) показує, що використання алгоритмів машинного навчання в університетських системах оцінювання кардинально змінює підхід до навчання [10]. Однак такі інновації несуть і ризики – зокрема, можливість нерівного ставлення до студентів під час автоматичного відбору або оцінювання.

Цю проблему підкреслюють Floridi (2018) та Crawford (2021), які наголошують, що упередженість даних – це не просто технічний недолік, а соціальний феномен [11; 12]. Вони пропонують розглядати цю тему через призму етики алгоритмів і принципів управління даними, що робить питання ще глибшим і актуальнішим.

У межах українського освітнього простору питання гендерної рівності висвітлено в Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні (Мінцифра, 2023) [13], проте в ній відсутні конкретні показники моніторингу рівності у цифровій освіті, що свідчить про потребу у формуванні науково верифікованих індикаторів.

Незважаючи на велику кількість теоретичних робіт, поки що немає комплексних досліджень, які б поєднували аналітику освітніх даних, гендерну рівність і цифрові технології в освіті. Саме це створює прогалину, яку важливо заповнити.

Мета даного дослідження – науково обґрунтувати, як аналітика освітніх даних може допомогти виявляти та подолати гендерні дисбаланси в цифровому освітньому середовищі. Крім того, ми пропонуємо розробити принципи створення етичних аналітичних систем, які не будуть мати упереджень.

Для досягнення цієї мети було проаналізовано сучасні технології Learning Analytics, вивчено причини появи гендерних нерівностей у цифровій освіті, а також розглянуто правові та етичні проблеми алгоритмічного оцінювання. На основі цього була запропонована концептуальна модель для моніторингу гендерної рівності на освітніх платформах.

Виклад основного матеріалу

Аналітика освітніх даних (Learning Analytics, LA) є міждисциплінарним науковим напрямом, що інтегрує методи інформатики, статистичного аналізу, педагогічної діагностики, когнітивної психології та соціології освіти [1; 2; 10]. Її теоретичною основою є концепція data-driven education, згідно з якою освітні рішення ухвалюються на підставі кількісного аналізу поведінкових, академічних і соціальних даних здобувачів освіти (рис. 1) [14].

У сучасних умовах цифрової трансформації LA перетворюється на фундаментальну складову освітньої аналітики, забезпечуючи не лише моніторинг навчальних процесів, а й науково обґрунтоване управління якістю освіти та прогнозування освітніх результатів [2; 15].

З технічної точки зору, аналітика освітніх даних спирається на комбінацію таких методів, як машинне навчання, предиктивне моделювання, обчислювальна лінгвістика та когнітивна статистика. Це означає, що для аналізу даних використовуються різні інструменти, які допомагають знаходити закономірності, прогнозувати результати та краще розуміти процеси у навчанні.

У системах на кшталт Civitas Learning, Panorama Education чи Canvas Insights застосовуються алгоритми кластеризації, регресійного аналізу, латентного моделювання тем і нейронні мережі з пояснюваною архітектурою (Explainable AI). Такі підходи дозволяють здійснювати глибоке вивчення освітньої поведінки, визначати закономірності успішності та прогнозувати ризики відставання. Однак у межах сучасних досліджень дедалі більше уваги приділяється не лише ефективності цих технологій, а й питанням соціальної справедливості, етичності та гендерного балансу [5; 8; 9].

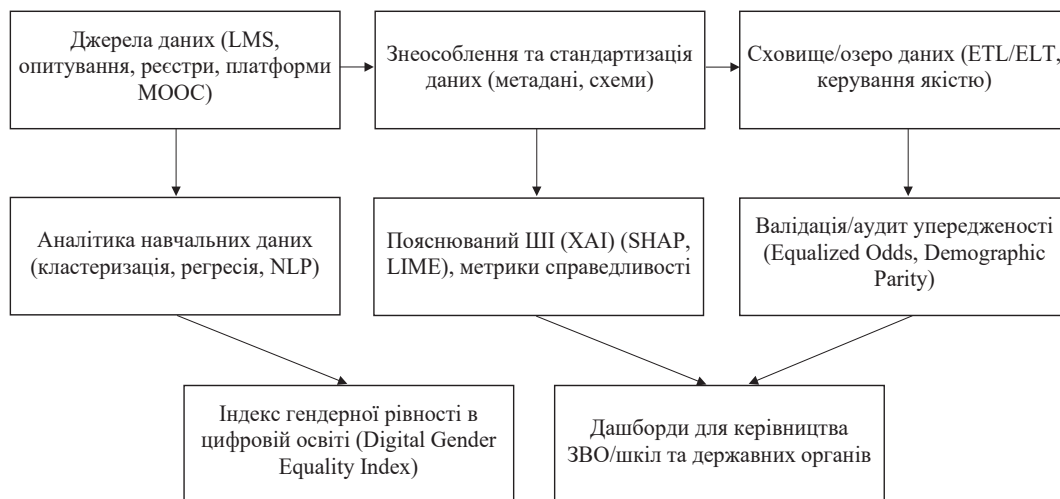


Рис. 1. Концептуальна схема Gender-Aware Learning Analytics (GALAF)

Таблиця 1
Гендерний розподіл випускників STEM-дисциплін за регіонами

Регіон / Країна	Частка жінок серед STEM-випускників, %	Частка жінок у STEM-робочій силі, %	Джерело даних
Глобальний показник	35	28–33	UNESCO, 2023–2024
Європейський Союз	24–28	52	OECD, 2024
США	36	28	NSF, 2023
Індія	45 (випускники)	27	World Bank, 2024
Південна Африка	47 (випускники)	н/д	UNESCO, 2024
Японія	16	н/д	OECD, 2024
Франція	28	н/д	OECD, 2024
Саудівська Аравія	9,2 → 16,1*	н/д	Coursera, 2021–2022

* Зростання частки жінок в онлайн-навчанні ІКТ (2019–2021)

У контексті гендерної рівності аналітика освітніх даних виконує функцію об'єктивного інструменту для виявлення структурних асиметрій у цифровому освітньому просторі. Її потенціал полягає у можливості аналізу великих вибірок освітніх даних із метою визначення гендерних відмінностей у доступі до технологій, академічній результативності, цифровій залученості та соціальній взаємодії. За даними звіту UNESCO “Gender Equality in the Digital Learning Era” (2023), жінки становлять менше третини учасників технічних дисциплін і лише близько 28 % користувачів онлайн-курсів із програмування чи аналізу даних [8]. Подібні тенденції підтверджує OECD Education at a Glance (2024), що фіксує суттєву нерівномірність у STEM-освіті на глобальному рівні. Водночас у гуманітарних напрямках спостерігається протилежна ситуація – понад 60 % слухачів є жінками, що свідчить про стійку професійну сегрегацію [9].

Для кращого розуміння масштабів гендерної нерівності у сфері STEM-освіти варто звернути увагу на регіональні особливості участі жінок. Як показують дані UNESCO та OECD, рівень представленості жінок серед випускників технічних спеціальностей суттєво відрізняється залежно від регіону (таблиця 1). Ці відмінності дуже показові і допомагають побачити загальну картину проблеми. В одних регіонах ситуація трохи краща, а в інших – надзвичайно критична.

Однак гендерна нерівність – це не тільки питання технічних дисциплін, вона набагато ширша і має дві сторони. Це явище виходить далеко за рамки STEM-освіти і торкається різних аспектів суспільства. Аналіз освітніх напрямів демонструє стійку професійну сегрегацію: жінки недопредставлені у STEM, тоді як чоловіки – у гуманітарних науках, освіті та сфері догляду. Ця асиметрія обмежує можливості розвитку для обох гендерних груп і потребує комплексного підходу до забезпечення рівності (рис. 2).

Важливо зазначити, що гендерний розрив у цифрових навичках має складну вікову динаміку. Дані Eurostat демонструють, що у молодших вікових групах жінки навіть випереджають чоловіків за рівнем цифрових компетентностей, проте ситуація кардинально змінюється після 45 років (рис. 3). Це свідчить про важливість цілеспрямованих освітніх інтервенцій для різних демографічних груп.

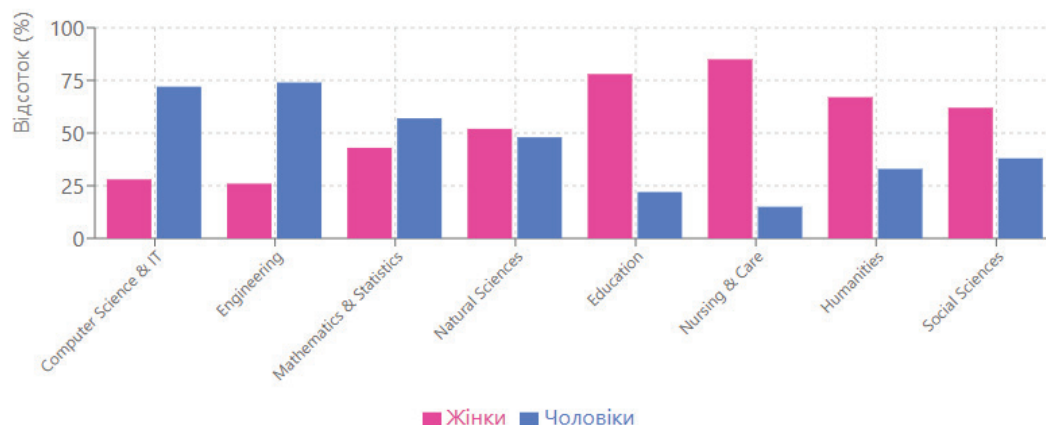


Рис. 2. Гендерна сегрегація за освітніми напрямами

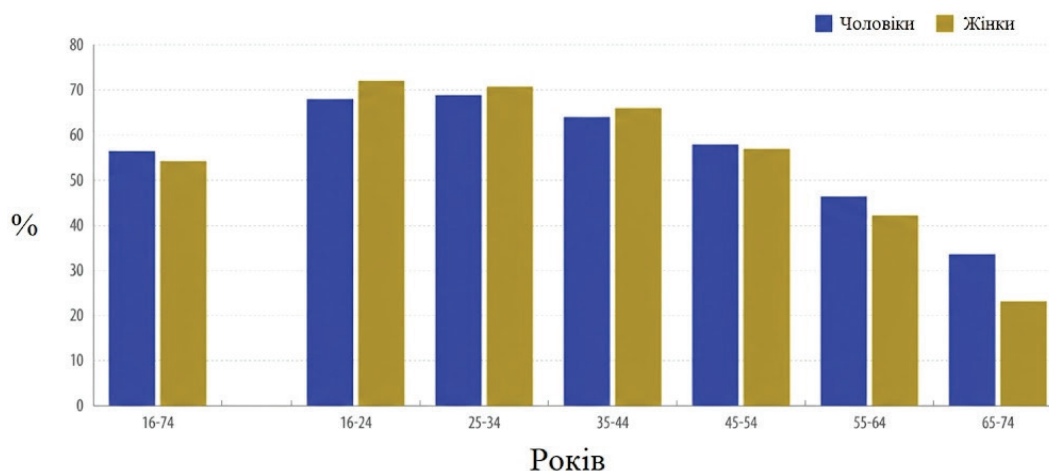


Рис. 3. Гендерний розподіл цифрових компетентностей за віковими групами

Гендерна сегрегація не обмежується лише традиційними формами освіти – вона активно проникає і в цифровий освітній простір. Аналіз поведінкових патернів на платформах масових відкритих онлайн-курсів (МООК) виявляє стійкі відмінності у виборі освітніх напрямів між гендерними групами. Дані платформи Coursera за 2024 рік демонструють, що жінки становлять лише 24–32 % слухачів технічних дисциплін (Data Science, Programming, Cybersecurity), тоді як у гуманітарних напрямках, психології та вивченні мов їх частка сягає 65–71 % (рис. 4). Ця поляризація – це не просто статистика, а віддзеркалення глибших соціокультурних тенденцій, які формуються роками. Вона чітко показує, що гендерні стереотипи залишаються потужним фактором, який впливає на те, які освітні шляхи обирають хлопці та дівчата. І тут замах самостійно подолати ці бар'єри недостатньо – потрібні цілеспрямовані дії.

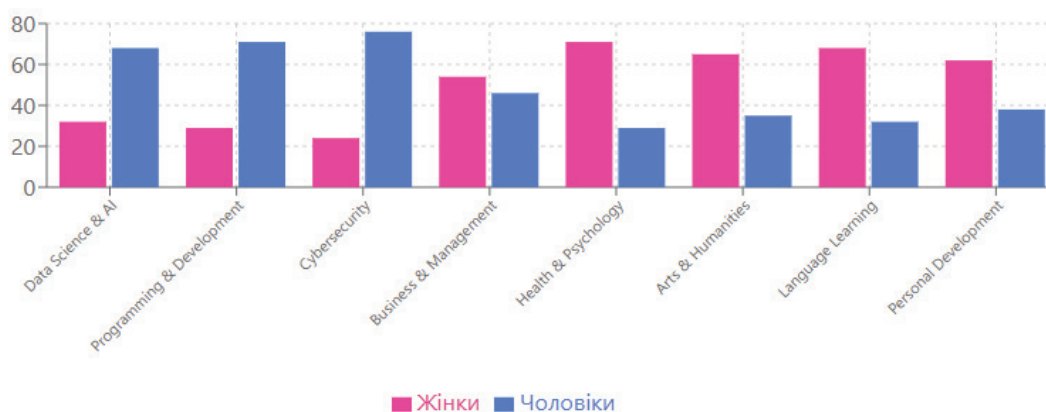


Рис. 4. Гендерний розподіл у онлайн-освіті за категоріями курсів

Аналіз цих даних демонструє, що причини гендерних дисбалансів у цифровій освіті мають складний, багатошаровий характер. Крім культурних стереотипів і соціальних очікувань, важливу роль відіграють технологічні фактори. Зокрема, алгоритмічні системи, які пропонують користувачам персоналізований контент, іноді посилюють існуючі упередження. Наприклад, жінкам частіше рекомендують курси з гуманітарних дисциплін, тоді як чоловікам – з програмування чи аналітики.

Це підкреслює необхідність перевірки алгоритмів на наявність дискримінаційних патернів і впровадження процедур Fairness Metrics, таких як Demographic Parity, Equalized Odds та Counterfactual Fairness [16].

Поглиблений аналіз освітніх даних допомагає не лише виявляти проблеми, але й розуміти їх причини завдяки методам Explainable AI, таким як SHAP і LIME. Ці інструменти дозволяють оцінювати, як окремі параметри – наприклад, активність на форумах, час взаємодії з контентом або використання аналітичних інструментів – впливають на результати навчання [15; 16].

На основі таких підходів можна створити Індекс гендерної рівності у цифровій освіті (Digital Gender Equality Index), який враховує академічні, поведінкові, соціально-економічні та когнітивні показники. Він дозволяє кількісно оцінити рівень інклюзивності освітніх середовищ і виявити приховані бар'єри для доступу до цифрових можливостей [14].

Дослідження на базі великих масивів даних LMS свідчать, що гендерний дисбаланс проявляється не лише в кількості учасників, а й у специфічних паттернах взаємодії з цифровим контентом. Порівняння рівнів залученості (Engagement Rate) студентів у залежності від типу освітніх ресурсів наведено в таблиці 2.

Таблиця 2
Паттерни залученості в цифрове навчання за гендерною ознакою

Тип активності	Жінки (сер. показник)	Чоловіки (сер. показник)	Різниця (%)
Участь у дискусійних форумах	12,4 хв/тиждень	8,2 хв/тиждень	+51 % (Ж)
Завершення відеолекцій (STEM)	78 %	85 %	+9 % (Ч)
Виконання практичних ІТ-зادань	72 бали	74 балла	+2,7 % (Ч)
Використання адаптивних підказок	45 разів/курс	30 разів/курс	+50 % (Ж)

Проблема етичності використання освітньої аналітики залишається однією з ключових у сучасних дослідженнях. Регламент Європейського Союзу EU Artificial Intelligence Act (2024) прямо вимагає забезпечення прозорості, пояснюваності та підзвітності алгоритмів у сферах із високим соціальним впливом, зокрема в освіті [17]. Ці принципи відповідають міжнародним стандартам ISO/IEC 42001:2023 "Artificial Intelligence Management System" та ISO/IEC 23894:2023 "AI Risk Management", які регламентують створення систем управління ризиками, аудиту та контролю даних [18]. В українському нормативному полі поки відсутні прямі механізми сертифікації або незалежного моніторингу освітніх аналітичних систем, що створює правову прогалину та загрозу несанкціонованого використання студентських даних.

В умовах сучасної цифровізації освіти постає важлива проблема – як зробити роботу з даними етичною та без дискримінації? Ось тут-то дослідники і пропонують цікавий підхід – Gender-Aware Learning Analytics Framework (GALAF). Це своєрідна «карта» для створення таких систем аналітики освітніх даних, де людина залишається в центрі уваги.

Давайте розберемося, чому це важливо. Спочатку треба навчитися правильно збирати дані, враховуючи різні соціальні та демографічні фактори. Потім – стежити, щоб алгоритми не мали упереджень. І, звичайно, потрібні спеціальні інструменти для перевірки результатів на об'єктивність. Приємно, що такий підхід добре вписується в європейські стандарти цифрової освіти, яких Україна намагається дотримуватися.

Застосування подібних етичних підходів до аналізу освітніх даних має кілька важливих переваг. По-перше, користувачі починають довіряти цифровим платформам. По-друге, стає зрозумілішим, як саме приймаються рішення. І найголовніше – зменшується ризик дискримінації.

З практики досліджень видно, що аналітика освітніх даних – це не просто набір графіків і цифр. Це потужний інструмент, який допомагає не лише оцінювати успішність студентів, але й розуміти ширші суспільні процеси. Особливо це важливо для вирішення проблем гендерної нерівності в ІТ-сфері.

На жаль, все не так просто. Щоб такі системи працювали ефективно, потрібно враховувати кілька важливих моментів. По-перше, законодавство має чітко регулювати обробку даних. По-друге, якість самих даних має бути на висоті – адже будь-які перекося в них можуть призвести до упереджених результатів. І, звичайно, важливо, щоб ці інструменти гармонійно вписувалися в існуючу систему освіти – як на рівні окремих закладів, так і в масштабах всієї країни.

Встановлено, що на глобальному рівні (згідно з дослідженнями UNESCO, OECD, Coursera Global Skills Report 2024) зберігаються значні гендерні відмінності у виборі освітніх напрямів: частка жінок у STEM-дисциплінах становить у середньому 30 %, тоді як у гуманітарних – понад 60 %. Такі диспропорції відображають не лише соціальні чинники, але й технологічні, зокрема – алгоритмічну упередженість рекомендаційних систем, що пропонують користувачам навчальні курси на основі історичних даних, які вже містять сліди нерівності. У цьому контексті аналітика освітніх даних постає не просто як технічний засіб, а як науковий інструмент системного спостереження за соціальними процесами у цифровому середовищі.

Висновки

Рівень етичної зрілості державної та інституційної політики у сфері цифрової освіти прямо впливає на об'єктивність і справедливість освітньої аналітики. Етичні принципи – прозорість, пояснюваність, недискримінаційність і підзвітність – мають бути інтегровані в архітектуру аналітичних систем як базові параметри. Без дотримання цих принципів аналітика освітніх даних може перетворитися з інструменту розвитку на механізм відтворення нерівності, що суперечить як міжнародним нормам (EU AI Act, ISO/IEC 42001:2023, ISO/IEC 23894:2023), так і гуманістичній місії освіти.

Дослідження має важливе значення як з наукової, так і з практичної точки зору. Воно показує, що аналітика освітніх даних – це не просто технічний інструмент для оцінки успішності навчання. Це ще й чутливий соціальний «індикатор», який допомагає виявляти системні проблеми, що перешкоджають рівному доступу до освітніх можливостей у цифрову епоху.

Отримані результати можуть стати фундаментом для нової освітньої політики держави. Такої, що враховує не лише технологічний прогрес, але й принципи гендерної справедливості та соціальної включеності. Аналітика освітніх даних посідає особливе місце – вона одночасно є і науковим інструментом, і механізмом суспільного регулювання.

Саме тому вона є невід'ємною частиною цифрової трансформації освіти. Вона допомагає будувати нові моделі навчання, де людина залишається в центрі уваги, а всі рішення базуються на достовірних даних і ґрунтуються на довірі.

Подальші дослідження в цій галузі мають кілька перспективних напрямків. По-перше, треба покращувати методи аналізу даних, враховуючи культурні особливості. По-друге, потрібно робити штучний інтелект більш прозорим і зрозумілим. І, звичайно, важливо продовжувати інтеграцію принципів рівності у цифрові освітні платформи.

Література

1. Holmes W., Bialik M., Fadel C. Штучний інтелект в освіті: обіцянки та наслідки для навчання та викладання. Бостон : Center for Curriculum Redesign, 2019. 212 с.
2. Dwivedi Y. K., Hughes L., Rana N. P., et al. Generative AI for Education: Opportunities and Challenges. *Computers in Human Behavior*. 2024. Vol. 150. P. 108512. DOI: 10.1016/j.chb.2024.108512.
3. NAFSA. Generative AI and Global Education. *NAFSA: Association of International Educators*. Вашингтон : NAFSA, 2024. 42 с.
4. European Commission. Ethics Guidelines for Trustworthy AI / European Commission. Брюссель : EC, 2019. 35 с.
5. Floridi L., Cowls J. AI4People – An Ethical Framework for a Good AI Society. *Minds and Machines*. 2018. Vol. 28. No. 4. P. 689–707.
6. Crawford K. Атлас штучного інтелекту: влада, політика та планетарна ціна технологій. Нью-Гейвен : Yale University Press, 2021. 327 с.
7. OECD. Recommendation of the Council on Artificial Intelligence / Organisation for Economic Co-operation and Development. Париж : OECD Publishing, 2019. 24 с.
8. UNESCO. Gender Equality in the Digital Learning Era. *UNESCO Institute for Information Technologies in Education*. Париж : UNESCO Publishing, 2023. 96 с.
9. OECD. Education at a Glance 2024: OECD Indicators / Organisation for Economic Co-operation and Development. Париж : OECD Publishing, 2024. DOI: 10.1787/eag-2024-en.
10. Lund B. D., Wang T. The Impact of Artificial Intelligence on Higher Education. Берлін : Springer, 2023. 243 с.
11. Floridi L. The Ethics of Information. Оксфорд : Oxford University Press, 2019. 272 с.
12. Crawford K., Paglen T. Excavating AI: The Politics of Images in Machine Learning Training Sets. *AI Now Institute*. 2020. URL: <https://ainowinstitute.org> (дата звернення 22.10.2025).
13. Міністерство цифрової трансформації України. Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні [Електронний ресурс]. Київ : Міністра, 2023. URL: <https://thedigital.gov.ua> (дата звернення 22.10.2025).
14. EDUCAUSE. AI in Higher Education: 2024 Horizon Report / EDUCAUSE. США, Боулдер : EDUCAUSE, 2024. 118 с.
15. Siemens G., Baker R. Learning Analytics and Educational Data Mining: Towards Communication and Collaboration Proc. 2nd Int. Conf. on Learning Analytics and Knowledge. Ванкувер : ACM, 2022. P. 252–260.
16. DreamBox Learning. Adaptive Learning System Overview [Електронний ресурс]. Сіетл : DreamBox Learning, 2023. URL: <https://www.dreambox.com> (дата звернення 22.10.2025).
17. Європейський Парламент. Регламент (ЄС) 2024/1689 – Регламент про штучний інтелект (EU AI Act) [Електронний ресурс]. Офіційний журнал ЄС, 2024. URL: <https://eur-lex.europa.eu> (дата звернення 22.10.2025).
18. Штучний інтелект. Система управління (ISO/IEC 42001:2023, IDT) : ДСТУ ISO/IEC 42001:2023 / Нац. орган стандартизації України. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2024. 230 с. (Національний стандарт України).

References

1. Holmes W., Bialik M., Fadel C. *Shtuchnyi intelekt v osviti: obitsianky ta naslidky dlia navchannia ta vykladannia*. Boston : Center for Curriculum Redesign, 2019. 212 s.
2. Dwivedi Y. K., Hughes L., Rana N. P., et al. Generative AI for Education: Opportunities and Challenges. *Computers in Human Behavior*. 2024. Vol. 150. P. 108512. DOI: 10.1016/j.chb.2024.108512.
3. NAFSA. *Generative AI and Global Education* / NAFSA: Association of International Educators. Vashynhton : NAFSA, 2024. 42 s.
4. European Commission. *Ethics Guidelines for Trustworthy AI* / European Commission. Briussel : EC, 2019. 35 s.
5. Floridi L., Cowls J. AI4People – An Ethical Framework for a Good AI Society. *Minds and Machines*. 2018. Vol. 28. No. 4. P. 689–707.
6. Crawford K. *Atlas shtuchnoho intelektu: vlada, polityka ta planetarna tsina tekhnolohii* / K. Crawford. Niu-Heiven : Yale University Press, 2021. 327 s.
7. OECD. *Recommendation of the Council on Artificial Intelligence* / Organisation for Economic Co-operation and Development. Paryzh : OECD Publishing, 2019. 24 s.
8. UNESCO. *Gender Equality in the Digital Learning Era* / UNESCO Institute for Information Technologies in Education. Paryzh : UNESCO Publishing, 2023. 96 s.
9. OECD. *Education at a Glance 2024: OECD Indicators* / Organisation for Economic Co-operation and Development. Paryzh : OECD Publishing, 2024. DOI: 10.1787/eag-2024-en.
10. Lund B. D., Wang T. *The Impact of Artificial Intelligence on Higher Education*. Berlin : Springer, 2023. 243 s.
11. Floridi L. *The Ethics of Information*. Oksford : Oxford University Press, 2019. 272 s.
12. Crawford K., Paglen T. *Excavating AI: The Politics of Images in Machine Learning Training Sets*. *AI Now Institute*. 2020. URL: <https://ainowinstitute.org> (data zvernennia 22.10.2025).
13. Ministerstvo tsyfrovoy transformatsii Ukrainy. *Kontseptsiia rozvytku shtuchnoho intelektu v Ukraini* [Elektronnyi resurs]. Kyiv : Mintsyfra, 2023. URL: <https://thedigital.gov.ua> (data zvernennia 22.10.2025).
14. EDUCAUSE. *AI in Higher Education: 2024 Horizon Report* / EDUCAUSE. Boulder (SShA) : EDUCAUSE, 2024. 118 s.
15. Siemens G., Baker R. *Learning Analytics and Educational Data Mining: Towards Communication and Collaboration*. Proc. 2nd Int. Conf. on Learning Analytics and Knowledge. Vankuver : ACM, 2022. P. 252–260.
16. DreamBox Learning. *Adaptive Learning System Overview* [Elektronnyi resurs]. Sietl : DreamBox Learning, 2023. URL: <https://www.dreambox.com> (data zvernennia 22.10.2025).
17. Ievropeiskyi Parlament. *Rehlament (leS) 2024/1689 – Rehlament pro shtuchnyi intelekt (EU AI Act)* [Elektronnyi resurs]. Ofitsiinyi zhurnal YeS, 2024. URL: <https://eur-lex.europa.eu> (data zvernennia 22.10.2025).
18. *Shtuchnyi intelekt. Systema upravlinnia (ISO/IEC 42001:2023, IDT)* : DSTU ISO/IEC 42001:2023 / Nats. orhan standartyzatsii Ukrainy. Kyiv : DP "UkrNDNTs", 2024. 230 s. (Natsionalnyi standart Ukrainy).

Дата першого надходження статті до видання: 22.10.2025
 Дата прийняття статті до друку після рецензування: 25.11.2025
 Дата публікації (оприлюднення) статті: 26.12.2025