

Олександр Олександрович Шапран
Євгеній Петрович Махно

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

НАПРЯМКИ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ В ОСВІТІ

Зі стрімким розвитком технологій штучного інтелекту (далі - AI) і безперервним зростанням інтересу до їх застосування в освіті спостерігається значне розширення спектру наукових напрямків щодо застосування AI в освіті (далі - AIEd). Це дослідження бере за мету провести аналіз чисельних досліджень у сфері застосування AI в освіті, представити існуючі перспективні напрямки розвитку AIEd з точки зору всебічного забезпечення освітніх процесів, спрощення та покращення сприйняття навчального матеріалу студентами та підвищення ефективності навчання. Висвітлити проблемні сторони, наявні перешкоди та шляхи подальшого розвитку і впровадження майбутніх технологічних розробок. Крім того, підкреслити важливість і необхідність продовження існуючих та провадження нових досліджень AIEd.

Ключові слова: штучний інтелект; інтелектуалізація; автоматизація; система дистанційного навчання.

Вступ

Швидкий розвиток інформаційних технологій сприяв впровадженню додатків AIEd та інтелектуалізації освітніх процесів в цілому. Інтелектуалізація в освіті стосується використання технологій AI або прикладних програм у навчальних закладах для полегшення викладання, навчання або прийняття рішень. За допомогою технологій AI, які імітують людський інтелект, щоб робити висновки, судження або прогнози, інформаційні технології можуть надавати персоналізовані вказівки, підтримку або зворотний зв'язок студентів, а також допомагати викладачам у прийнятті рішень. Майбутнє освіти значною мірою пов'язане з досягненнями в нових інтелектуальних технологіях і швидким розвитком обчислювальних можливостей. AI змінив наше життя і продовжує формувати майбутнє людства. Важливі рішення приймаються автоматично або напівавтоматично на основі результатів роботи алгоритмів AI. Технологічний прогрес швидко й надзвичайно змінює способи, якими ми навчаємося та навчаємо. Змінюється сам ландшафт освіти. До того ж, зростання впливу AI в освіті вимагає та прогнозує міждисциплінарні підходи.

Застосування інтелектуалізації в освіті зростає з багатообіцяючим потенціалом для надання персоналізованого навчання, пропонування динамічного оцінювання та полегшення значущої взаємодії в онлайн, мобільному або змішаному навчанні. Останніми роками з'явилися більш досконалі системи навчання з підтримкою AI, які набувають популярності завдяки своїй здатності надавати навчальний контент і адаптуватися до індивідуальних потреб студентів.

Інтелектуалізація освітніх процесів створює нові можливості та нові потреби для викладачів і студентів. Однією з найважливіших цілей AI в освіті є створення персоналізованої освітньої

траєкторії для кожного студента на основі їхнього статусу навчання, хобі, уподобань або особистих характеристик з метою підвищення ефективності навчання.

Постановка проблеми. Освітня сфера без всіляких сумнівів зазнає безперервної трансформації під значним впливом AI. Продукти AI в освіті наразі користуються широкою популярністю серед викладачів і студентів та включають різні інструменти, програми, навчальні платформи, інтелектуальні й адаптивні системи навчання, навчальних роботів, наставників і агентів. З допомогою AIEd отримання освіти можливе як у традиційних аудиторіях так і дистанційно в будь-який час. Вже існують перші спроби персоналізації навчальної діяльності за для підвищення ефективності навчання шляхом поєднання технологій штучного інтелекту з різними науками на зразок лінгвістики, психології, нейронауки, що спрямовані на стимулювання та просування розроблення освітніх програм на основі штучного інтелекту.

Але, навіть враховуючи швидкі темпи розвитку та застосування AIEd, велика кількість складових та напрямків потребують доопрацювання та вдосконалення, деякі з них чекають на рішення щодо інтелектуалізації, а певні просто залишаються поза увагою розробників та дослідників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розвиток новітніх інформаційних технологій забезпечив нові прояви та можливості для застосування AI та для проєктування викладання й навчання. Говорячи про технології AI та освітні переваги пов'язані з їх застосуванням можна сміливо стверджувати, що інтелектуалізація надає освіті практично необмежені можливості.

Дослідники вже встигли напрацювати широкий спектр освітніх напрямків розвитку з багатообіцяючими прогнозами завдяки

інноваційним розробкам. Серед них такі технології як: раннє виявлення проблем, з якими можуть зіткнутися навчаємі (Arnold & Pistilli, 2017); формування навичок саморегулювання навчання (Fan та ін., 2021); надання підтримки в режимі реального часу (Лукас та ін., 2021, Мартінес-Мальдонадо та ін., 2021); інтерактивні навчальні середовища для формування відповідної навчальної поведінки (Xia, X., 2021a), (Kaplar, M. et al., 2021); інтелектуальні системи навчання (Holmes, Bialik, & Fadel, 2019); (Conati, Barral, Putnam, & Rieger, 2021; Mousavinasab et al., 2021), Pai et al. (2020); (Serban et al. (2020); адаптивні системи навчання (Kabudi, Pappas, & Olsen, 2021; Tang, Chang, & Hwang), (Pliakos та ін., 2019; Xie та ін., 2019); (Cavalcanti et al., 2021; Вукович та ін., 2021); класи з віртуальною реальністю (Arici та ін., 2019; Radianti та ін., 2020); персоналізовані освітні налаштування (Moreno-Guerrero та ін., 2020; Мусавінасаб та ін., 2018; Smutny & Schreiberova, 2020); (Bhutoria, 2022; Hwang, 2014; Kabudi та ін., 2021); система афективного репетиторства під назвою Tamaxtil, що була розроблена для визначення, коли навчаємі стають розчарованими та збентеженими, і тоді вона пропонує їм необхідну допомогу (Padron-Rivera et al., 2018); система автоматичного визначення емоцій за даними обличчя Ninaus et al. (2019); технології штучного інтелекту, для забезпечення персоналізованого навчання (Daghestani, Ibrahim, Al-Towirgi, & Salman, 2020); інформаційні технології для запису мікроповедінкових даних навчаємих, під час виконання ним навчальної діяльності на цифровій навчальній платформі Хван, Спікол та Лі (2018), (Cantabella, Martínez-España, Ayuso, Yáñez, & Muñoz, 2019), Chen and Wang (2020); дерево рішень для розроблення системи анотації читання з формувальним оцінюванням та механізми зворотного зв'язку, заснованими на індикаторах соціальних мереж Chen, Chen і Horng (2019); (Guo et al., 2019); алгоритми машинного навчання, які використовувалися для прогнозування ставлення студентів до освітніх програм (Arpaci, 2019); системи розумних окулярів (Keshav et al., 2017); додатків AIED для різних цілей, таких як профілювання учнів, прогнозування успішності, оцінювання, персоналізація, адаптивне навчання (Zawacki-Richter та ін., 2019); Roschelle, Lester, & Fusco, 2020); автоматичний підрахунок балів і формальне оцінювання (Zhu, Liu, & Lee, 2020); системи для повторення матеріалу у процесі навчання (Lee et al., 2019); розумне репетиторство (Zawacki-Richter, Marin, Bond, & Gouverneur, 2019); інтелектуальні системи зворотного зв'язку (Cutumisu, Chin, & Schwartz, 2019); машинне навчання (Chui, Fung, Lytras, & Lam, 2020) (Hodges & Mohan, 2019); прогнозні моделі академічної успішності студентів за допомогою штучних нейронних мереж (Ahmad & Shahzadi, 2018; Lau et al., 2019; Yildiz Yildiz Aybek & Okur, 2018); платформи гейміфікації (Zou, Huang, & Xie, 2019); (Дермевал та ін., 2019); саморегульоване навчання (SRL) (Brezovszky та ін., 2019; McLaren та ін., 2022;

Ruipérez-Valiente & Kim, 2020); відкриті моделі учня (Bull, 2020); автоматизовані рішення зворотного зв'язку між викладачем та студентом (Keuning та ін., 2018; Лю та ін., 2017; Ма та ін., 2017); Villal'on та ін., 2008; Wijewickrema та ін., 2018); мультимедійні та онлайн-платформи з відстеженням навчальної поведінки (Pishtari, G. et al., 2020; Xia, X., 2020a); голосовий інтерактивний багатомовний чат-бот, здатний реагувати на настрої, тон і мову учнів Ralston et al. (2019).

Мета статті. Зважаючи на високі темпи і багатогранність розвитку штучного інтелекту в освітній сфері метою статті є проведення аналізу нових досліджень щодо інтелектуалізації освітніх процесів, огляд новітніх розробок удосконалення освітньої діяльності, представлення нових напрямків розвитку застосування штучного інтелекту в освіті, висвітлення існуючих перепон, проблемних питань та недоліків на шляху до подальшої інтеграції штучного інтелекту в освіту майбутнього.

Виклад основного матеріалу дослідження

Штучний інтелект за лічені роки увірвався у всі сфери нашого життя та діяльності. Трансформації зазнають не лише освітні, а й робочі процеси. В результаті роботи алгоритмів штучного інтелекту відбувається вплив на наявність робочих місць (Samochowiec, 2020). Подібне траплялося в часи промислової революції. Ніхто достеменно не може сказати в якій мірі ця інтеграція вплине на освітні, робочі процеси та професійну кар'єру. Більшість прогнозів фахівців щодо впливу автоматизації та інтелектуалізації суттєво відрізняються між собою. (Arnts та ін., 2016; Manyika та ін., 2017; Muro та ін., 2019; Dellot та ін., 2020). Крім того, AI навіть ставить під сумнів припущення щодо властивих лише людині здібностей на кшталт креативності та вирішення складних проблем (Iansiti & Lakhani, 2020). Скоріше за все надшвидкі темпи розвитку AI, в свою чергу, прискорюють і темпи з якими люди мають розвивати свої новітні здібності, що наразі невідомі (Nagari, 2018). Багато людей вже усвідомили той факт, що задля постійної актуальності своєї діяльності й створення конкуренції на ринку праці виникає необхідність у постійній трансформації та доповненні навичок, а можливо і зміні профілю діяльності шляхом супутніх, безперервних освітніх процесів протягом всього життя (Nissim & Simon, 2021). З початку це лякає і сприяє невизначеності [2]. Але це лише на перший погляд. Передові технології штучного інтелекту, включаючи системи аналітики навчання та прийняття рішень на основі алгоритмів, для підтримки навчання та викладання (Agus & Samuri, 2018) значно спрощують освітній процес.

У широкому спектрі застосувань штучного інтелекту можемо виділити основні напрямки та типи освітніх технологій, що розвиваються.

Чат-бот.

Чат-боти за останні роки набули широкої популярності в освіті. У ході дванадцяти тижневого експерименту дослідники перевірили вплив чат-

ботів-партнерів у порівнянні з людьми-партнерами на зацікавленість студентів до занять за участю 122 студентів (Fryer et al., 2017). Дослідження показало, що зацікавленість студентів підвищилася після тижня роботи з чат-ботом, а моделювання структурних порівнянь показало, що зацікавленість до завдань передбачила майбутню зацікавленість до курсу в цілому [3].

Експертна система.

Дослідження AIEd показали, що динамічні цілісні експертні системи можуть допомогти з педагогічним плануванням і повністю розкрити потенціал систем управління навчанням (LMS) для викладання та навчання (Dias et al., 2015). Наприклад, дослідження довели, що структурні характеристики експертної системи можуть моделювати, як користувачі LMS взаємодіють з нею і, таким чином, сприяти та покращувати процес викладання та навчання за допомогою LMS. Крім того, модель адаптивного навчання з афективним і когнітивним аналізом результативності була визнана ефективною для зниження математичної тривожності серед студентів (Hwang et al., 2020).

Інтелектуальні наставники або агенти.

Інтелектуальні викладачі або агенти надають студентам персоналізовані, своєчасні відповідні матеріали, керівництво та відгуки. Маючи великий потенціал, дослідження показують позитивні наслідки щодо їх впливу на навчання (Мацуда та ін., 2020). Виявлено, що здатність студентів вирішувати проблеми зросла завдяки втручанням агентів (Matsuda et al., 2020).

Машинне навчання.

Ця важлива технологія штучного інтелекту була ефективною для оцінки змін стилів навчання (Wei та ін., 2018). В іншому дослідженні алгоритми машинного навчання використовувалися для прогнозування ставлення студентів до освітніх програм хмарних мобільних обчислювальних сервісів, за їх поведінкою в управлінні інформацією (Agraci, 2019).

Також, у сфері машинного навчання та науки про дані навчання одним із найпопулярніших методів класифікації вважається дерево рішень. Таким чином, алгоритм дерева рішень генерує класифікаційну та прогностичну модель, яку легко зрозуміти та інтерпретувати, відобразити графічно та обробляти як числові, так і категорійні дані. Інтелектуальні системи навчання користуються значним зростанням зацікавленості для більш ефективної освіти та адаптивного навчання з урахуванням здібностей кожного студента. Метою їхньої роботи є подальше вдосконалення персоналізації в навчанні студентів, що включає динамічні тести з прогностичною моделлю [3].

Запропонований новий метод автоматичної категоризації повідомлень онлайн-обговорень з використанням глибокого машинного навчання та штучного інтелекту. Нові дослідження спрямовані на аналіз ефективності і можливості узагальнення цього підходу в контексті когнітивної присутності. Результати показали, що цей підхід є ефективнішим

у порівнянні з попередніми підходами (Барбоза та ін., 2021; Кованович та ін., 2016; Нето та ін., 2018). Більше того, візуалізації штучного інтелекту дають новий погляд на актуальність цього напрямку.

Персоналізовані навчальні системи або середовища (PLS/E).

Персоналізовані навчальні системи або середовища (PLS/E) були визнані ефективними для полегшення взаємодії і покращення результатів електронного навчання [1]. (Köse, 2017; Köse & Arslan, 2016). Дослідники виявили, що система PLS допомогла студентам досягти бажаних результатів навчання та покращила їхній рівень обізнаності (Кесе та Арслан (2016)). Також виявлено, що персоналізоване мобільне навчання за допомогою AI та доповненої реальності (AR), покращує результати навчання у відкритій комп'ютерній освіті Köse (2017).

Дослідження (Walkington & Bernacki, 2019) показало, що підключення елементів навчальної програми до особистих потреб студентів, які не пов'язані з навчанням, покращує навчання в інтелектуальній системі репетиторства. Отже, індивідуальна персоналізація може сприяти навчанню та призвести до покращення успішності студентів [3].

Візуалізації та віртуальні навчальні середовища (VLE).

Разом зі сплеском технологій віртуальної реальності (VR) почалися дослідження потенційних переваг візуалізації та VLE з AI в освіті. Студентам сподобався досвід навчання в VLE і полегшило навчання та співпрацю (Griol et al., 2014). Технологія, що поєднує AI та VR, була визнана ефективною для покращення результатів навчання та залучення молодого покоління студентів (Ijaz та ін., 2017). Студенти, які навчаються за допомогою штучного інтелекту та віртуальної реальності, вказують на покращення у розумінні матеріалу (Ijaz et al., 2017). Дослідження системи розумних окулярів підтвердило, що технологія штучного інтелекту з візуалізацією допомогла як дітям, так і дорослим з аутизмом, виступаючи засобом соціальної комунікації (Keshav et al., 2017).

Конфіденційність AIEd.

Одним з актуальних питань є конфіденційність AIEd. Оскільки освітні системи зі штучним інтелектом експлуатують у традиційних класах, онлайн або через мобільні системи управління навчанням (Roschelle та ін., 2020; Zhang та ін., 2020). Тому вкрай важливо збалансувати ефективність, переваги та безпеку (Hagendorff), 2019; Етціоні та Етціоні, 2017; Абрамс, Абрамс, Каллен і Голдштейн, 2019). До прикладу, гігантські технологічні компанії формують власні групи етики штучного інтелекту (Lee, 2019). Нові освітні технології AI вимагають особливої етики AI для освіти. Конфіденційність є критичною проблемою, яку ще потрібно ретельно розглянути в AIEd [4].

Прогнозні моделі академічної успішності.

Важливим внеском штучного інтелекту та машинного навчання стала можливість створювати

прогнозні моделі академічної успішності студентів за допомогою штучних нейронних мереж (Ahmad & Shahzadi, 2018; Kyndt et al., 2015; Lau et al., 2019; Musso та ін., 2012, Musso та ін., 2013; Yildiz Yildiz Aybek & Okur, 2018). Штучні нейронні мережі передбачають можливість використання всіх взаємодій між предикторними змінними для досягнення кращої оцінки кінцевої змінної (Cascallar et al., 2015) і володіють можливістю отримання прогнозу, навіть якщо незалежні та залежні змінні пов'язані нелінійним чином (Somers & Casal, 2009). Штучні нейронні мережі також дозволяють аналізувати величезні обсяги інформації та будувати прогнозні моделі незалежно від статистичного розподілу даних (Garson, 2014) [5].

Гейміфікація.

Гейміфікація є новітнім напрямком технологій інтелектуалізації в освіті. Запропоновано платформу гейміфікації шляхом включення різних моделей штучного інтелекту (модель студента, педагогічна модель і модель домену). Завдяки цій архітектурі існує прагнення створити персоналізованого репетитора, який надасть ефективний і унікальний досвід навчання, щоб допомогти студентам досягти навчальних цілей. Платформа гейміфікації з підтримкою штучного інтелекту також є ефективним інструментом зворотного зв'язку для викладача з метою оптимізації та перероблення навчальної програми, щоб найкраще відповідати потребам кожного студента.

Було показано, що гейміфікація як стратегія підвищує залученість студентів (Kapp, 2012; da Rocha Seixas, Gomes & de Melo Filho, 2016; Andrade, Mizoguchi, & Isotani, 2016; Zou, Huang, & Xie, 2019), і таким чином підвищує рівень участі студентів. Загальні методи гейміфікації включають використання розкадровок, винагород, значків, таблиці лідерів, миттєвого зворотного зв'язку (Роуз, О'Меара, Герхардт та Вільямс, 2016; Дермевал та ін., 2019; Шахін та ін., 2017) [6].

Вивчення іноземних мов.

Одним з напрямків застосування технологій штучного інтелекту є вивчення іноземних мов. Розроблений веб-додаток на основі штучного інтелекту під назвою "AI КАКУ", щоб допомогти студентам зменшити когнітивні бар'єри, з якими вони стикаються під час створення письмового тексту (Liu, 2020; Saito & Akiyama, 2017). Попередні результати показують, що це потенційно корисний інструмент для тих, хто вивчає англійську мову і перебуває на шляху до вільного володіння, кому необхідна більш структурована допомога, ніж традиційні текстові процесори [7].

Адаптивні системи навчання.

Все частіше викладачами та студентами використовуються додатки та інструменти, що базуються на технологіях штучного інтелекту, наприклад, інтелектуальні роботи та адаптивні системи навчання. Останніми роками з'явилося більше адаптивних систем навчання з підтримкою штучного інтелекту (Kabudi et al., 2021), і було

показано, що результати навчання покращуються завдяки таким системам, які використовують адаптивний зворотний зв'язок у реальному часі (Cavalcanti et al., 2021) [8]. Технології AI надають можливості для реалізації персоналізованого навчання для студентів відповідно до їхніх індивідуальних потреб (Chen, Xie, Zou, & Hwang, 2020). Персоналізація та адаптивність є ключовими факторами, які враховують користувачі в онлайн-освіті, враховуючи наявність численних варіантів вибору в Інтернеті (Nadrljanski, Vukic, & Nadrljanski, 2018) [1]. Здатність штучного інтелекту аналізувати дані дозволила освітній сфері покращити технологічні системи навчання (Кабуді та ін., 2021). Крім того, вчені відзначили, що штучний інтелект може пролити світло на точну освіту з точки зору персоналізованого навчання шляхом включення знань та інтелекту досвідчених викладачів у процес прийняття рішень у системі навчання з метою аналізу статусу навчання або поведінки окремих студентів (Bhutoria, 2022; Hwang, 2014; Kabudi та ін., 2021). [9]. Досліджуються можливості додавання функцій адаптації до існуючого віртуального навчального середовища (VLE), яке налаштовує навчальний вміст кожного користувача на основі його/її переваг режиму навчання. Адаптивний навчальний контент, розроблений для кожного окремого студента, позитивно впливає на системи управління навчанням, куди студенти з різними здібностями та уподобаннями щодо режиму навчання зараховуються. Ця якість спонукає до вивчення фактору адаптивності систем управління навчанням за підтримки кількох агентів, які спільно взаємодіють один з одним, таким чином забезпечуючи адаптивну LMS для студентів (Вукович та ін., 2021). Багатоагентна система (MAS) є потенційним рішенням для впровадження адаптивної системи онлайн-освіти. Пропонується створення автономної системи з інтелектуальними агентами, які можуть бути приєднані до існуючої системи електронного навчання, яка включає в себе різні педагогічні функції та функції організації курсу з додатковим онтологічним агентом для оброблення рішень у режимі реального часу. Результатом є створені шляху навчання, яким віддає перевагу студент, і зміст курсу, представлений студенту [10].

Саморегульоване навчання (SRL). Різновидом персоналізації навчання можна вважати саморегульоване навчання SRL. Вчені давно визнали переваги використання комп'ютерів і комунікаційних технологій для підтримки навчальної діяльності студентів (Brezovszky та ін., 2019; Hwang та ін., 2012; McLaren та ін., 2022; Ruirperez-Valiente & Kim, 2020). У навчальному онлайн-середовищі спонукання студентів до самостійної роботи та навчання було визначено як вирішальне значення для покращення їх успішності (Mamun та ін., 2022; Mooij та ін., 2020; Hong та ін., 2021; Hwang та ін., 2021 рік). Серед різних стратегій навчання саморегульоване навчання SRL підкреслюється як ефективна стратегія для

забезпечення автономного навчання як у звичайних класах, так і в процесі онлайн-навчання (Chen, 2009; Losenno et al., 2020; Ракович та ін., 2022; Ромеро та ін., 2019). Відповідно до принципів SRL, саморегульоване онлайн-навчальне середовище складається з трьох видів діяльності: попередня постановка навчальних цілей/завдань, виконання та рефлексія/оцінка, які сприяють використанню технологічних інструментів, щоб дозволити студентам керувати часом і стратегіями навчання (Tabuenca et al., 2015). Саморегульоване навчання дає можливість студентам адаптувати свої навчальні стратегії для моніторингу та вдосконалення свого навчання (Zimmerman, 2015; Chen & Li, 2021; Zheng et al., 2019).

Нещодавнє дослідження показало, що SRL студентів може покращити понаднормову роботу, коли вдосконалена технологіями система навчання забезпечить практику та допоміжну структуру. (Berglas-Shapiro et al., 2017; Chang et al., 2022) [9].

Відкриті моделі учня (OLM).

Окрема увага звертається на відкриті моделі учня OLM. Вони є однією з основних ідей, які виникли в результаті досліджень AIEd (Bull, 2020; Bull & Kay, 2016). З точки зору студента, OLM забезпечує уявлення про їхній прогрес у навчанні, коли вони освоюють ключові цілі навчання. З точки зору розробника систем AIEd, OLM – це інтерфейс, який представляє вигляд моделі студента. Модель студента часто описують як “переконання” системи AIEd щодо знань, неправильних уявлень, уподобань, цілей і якостей учня. У класичній системі AIEd основною метою моделі учня є персоналізація інтерфейсу навчання [11].

Система раннього попередження.

Завдяки технологіям AI розроблені освітні інструменти раннього попередження. Це інтелектуалізований захід, заснований на відслідковуванні навчальної поведінки. Навчальна поведінка — це поведінка учнів у процесі навчання, включаючи співпрацю та взаємодію між учнями, викладачами та змістом навчання, що безпосередньо пов'язане з цілями навчання, методами навчання, методами інтерактивної співпраці. Захід раннього попередження оцінює тенденцію ризику, розраховує можливу ймовірність невдачі студента та передчасного виходу з навчання. Технічні засоби забезпечують точне втручання в навчання та рекомендації щодо навчання і мають сильну теоретичну цінність та практичне значення для інтерактивних процесів навчання з підтримкою AI. Використовуючи ефективні мультимедійні та онлайн-платформи, інтерактивне навчальне середовище може бути реалізовано з відстеженням навчальної поведінки в режимі реального часу, охоплюючи весь процес навчання, включаючи підсумкове оцінювання (Pishtari, G. et al., 2020; Xia, X., 2020a). Зв'язок між навчальною поведінкою та ефективністю навчання є основою втручання та прийняття рішень [12].

Автоматизовані рішення зворотного зв'язку.

Дослідники активно вивчають автоматизовані рішення зворотного зв'язку, які можуть дозволити

викладачам ефективно визначати та надавати ефективний зворотний зв'язок, а також покращувати швидкість доставки зворотного зв'язку студентам (Keuning та ін., 2018; Лю та ін., 2017; Ма та ін., 2017); Villal'on та ін., 2008; Wijewickrema та ін., 2018). У цьому ключі кілька досліджень Лю та ін. (2017); Ма та ін. (2017); Villal'on та ін. (2008); Wijewickrema та ін. (2018) дослідили використання методів інтелектуального аналізу даних для створення автоматичного текстового зворотного зв'язку. Деякі компанії використовують латентний семантичний аналіз (LSA), щоб надати учням текстовий зворотний зв'язок щодо зв'язності письма. Проведено дослідження автоматизованого доменно-агностичного аналізу для виявлення інформаційних практик зворотного зв'язку Кавальканті та ін. (2020; 2019). Прогрес у таких сферах може підвищити здатність інструктора надавати ефективні коментарі зворотного зв'язку та аналізувати функції, пов'язані з ефективним зворотним зв'язком для генераторів узагальненого зворотного зв'язку. Крім того, проводиться аналіз різними мовами, щоб визначити, наскільки створені інструменти можуть бути адаптовані чи використані більшою аудиторією [13].

Висновки й перспективи подальших досліджень

Технології штучного інтелекту мають великий потенціал в освіті, зокрема, для розширення доступу до можливостей навчання, збільшення індивідуального досвіду навчання та оптимізації методів і стратегій для досягнення бажаних результатів навчання [15]. Деякі вчені публічно запропонували замінити викладачів чи певні ролі викладачів роботами зі штучним інтелектом, або вирішити проблему з їх нестачею. Перші роботизовані викладачі зі штучним інтелектом під назвою Harry Numbers вже працюють у класах.

Інтеграція AI в освітні процеси відкриє нові можливості для значного покращення якості викладання та навчання. Викладачі можуть скористатися перевагами інтелектуальних систем, які допомагають в оцінюванні, зборі даних, покращенні прогресу навчання та розробці нових стратегій. Студенти отримують широкий спектр різноманітних інтелектуалізованих освітніх інструментів для персоналізації навчання з метою підвищення його ефективності [14].

Ми розглянули ряд напрямків штучного інтелекту, які вже перебувають у процесі розвитку і мають позитивні результати. Але існує ще багато напрямків, які потребують інтелектуалізації і розвитку. Вони, як правило, народжуються з потенційних дослідницьких проблем AIEd. Серед них є наступні:

розроблення моделей навчання на основі AI або структур впровадження;

оцінка продуктивності та досвіду студентів, які навчаються з існуючими системами AI;

дослідження ефективності систем навчання на основі AI з різних точок зору;

перегляд і переосмислення існуючих освітніх теорій шляхом розгляду різних ролей AI в освіті;

перегляд і переосмислення способів використання існуючих інструментів навчання в навчальному контенті, що підтримується AI;

аналітика великих даних для великомасштабних джерел даних у навчальних системах і освітніх контекстах;

розробка широкомасштабних систем навчання;

розробка етичних принципів і практик для використання технологій і додатків штучного інтелекту в освіті;

співпраця людини та штучного інтелекту.

Таким чином розвиток штучного інтелекту потребує критично важливих ініціатив для вирішення ряду технологічних проблем, пов'язаних з прогресивним виникненням інтелектуалізаційних задач, питань етики та конфіденційності штучного інтелекту, а також вимагає міждисциплінарної та трансдисциплінарної співпраці у масштабних довготривалих дослідженнях.

Зростаюча зацікавленість до досліджень AIED призведе до появи великої кількості нових способів викладання та навчання. AIED продовжує відкривати нові можливості для інновацій в освіті.

Література

1. Walcutt, J.J. & Schatz, S. (Eds.) (2019). *Modernizing Learning: Building the Future Learning Ecosystem*. Washington, DC: Government Publishing Office. License: Creative Commons Attribution CC BY 4.0 IGO Міжнародний стандартний номер книжки в Україні ISBN: 978-617-7187-61-4 (2021 рік)
2. How can we design for learning in an AI world? URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X2200008X>
3. Decision tree learning through a Predictive Model for Student Academic Performance in Intelligent M-Learning environments URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X21000291>
4. AI-enabled adaptive learning systems: A systematic mapping of the literature URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X21000114>
5. Artificial neural networks in academic performance prediction: Systematic implementation and predictor evaluation URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X21000126>
6. Developing a gamified AI-enabled online learning application to improve students' perception of university physics URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X21000266>
7. Exploring an AI-based writing Assistant's impact on English language learners URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X22000108>
8. AI-Induced guidance: Preserving the optimal Zone of Proximal Development URL:

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X22000443>
9. The use of a personalized learning approach to implementing self-regulated online learning URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X22000418>
10. Enhancement of online education system by using a multi-agent approach URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X22000121>
11. Enhancing learning by Open Learner Model (OLM) driven data design URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X22000248>
12. Diversion inference model of learning effectiveness supported by differential evolution strategy URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X22000261>
13. Towards automated content analysis of educational feedback: A multi-language study URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X22000145>
14. Kravchenko Y., Afanasyeva O., Tyshchenko M., Mykus S. Intellectualisation of decision support systems for computer networks: Production-logical F-inference. CEUR Workshop Proceedings, 2021, vol. 2845, pp. 117–126.
15. Авторський колектив. Теорія і практика дистанційного навчання у Збройних Силах України. Ч. 2: Система електронного навчання вищих військових навчальних закладів та військових навчальних підрозділів закладів вищої освіти: навч.-метод. / колектив авторів; за заг. ред. А.М.Сиротенка. – К.: НУОУ ім. Івана Черняхівського. – 2021. С. 3-35.

DIRECTIONS OF INTELLECTUALIZATION IN EDUCATION

*Oleksandr Shapran
Yevhenii Makhno*

The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi, Kyiv, Ukraine

With the rapid development of artificial intelligence technologies (hereinafter - AI) and the continuous growth of interest in their application in education, there is a significant expansion of the spectrum of scientific directions regarding the application of AI in education (hereinafter - AIED). This study aims to conduct an analysis of numerous studies in the field of AI application in education, to present the existing promising directions for the development of AIED from the point of view of comprehensive support of educational processes, simplification and improvement of students' perception of educational material, and improvement of learning efficiency. Highlight problematic aspects, existing obstacles and ways of further development and implementation of future technological developments. In addition, to emphasize the importance and necessity of continuing existing and conducting new AIED research.

Keywords: *artificial intelligence; intellectualization; automation; distance learning system.*