



Майя Володимирівна Мар'єнко, докторка педагогічних наук, старша дослідниця, провідна наукова співробітниця відділу хмаро орієнтованих систем інформатизації освіти, Інститут цифровізації освіти НАПН України, м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-8087-962X>

УДК 37.004.853

DOI: [https://doi.org/10.32405/2309-3935-2024-1\(92\)-78-83](https://doi.org/10.32405/2309-3935-2024-1(92)-78-83)



Валентина Володимирівна Коваленко, кандидатка педагогічних наук, старша дослідниця, старша наукова співробітниця відділу хмаро орієнтованих систем інформатизації освіти, Інститут цифровізації освіти НАПН України, м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-4681-5606>

ВИКОРИСТАННЯ ВЧИТЕЛЯМИ СЕРВІСІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В НАВЧАННІ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ: АНАЛІЗ ВІТЧИЗНЯНОГО І ЗАКОРДОННОГО ДОСВІДУ

Анотація.

У сучасному світі, де роль технологій у навчанні стає дедалі більш визначальною, використання штучного інтелекту (ШІ) у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти набуває все більшої актуальності. Аналіз досвіду з використання ШІ в цій сфері відкриває нові можливості для покращення якості навчання та стимулювання інтересу учнів до вивчення природничо-математичних предметів. Зокрема, використання сервісів ШІ може допомогти вчителям створювати інтерактивні та персоналізовані навчальні матеріали, які краще відповідають потребам кожного учня. Також можливе використання адаптивних платформ, що адаптовані до рівня знань і навичок учнів, щоб забезпечити їм оптимальний рівень забезпечення освітніх потреб і підтримки.

Досвід інших країн показує, що використання сервісів ШІ може допомогти в покращенні результатів навчання, підвищенні мотивації учнів і розвитку їхніх критичного мислення та творчих навичок. Отже, аналіз цього досвіду та вивчення його адаптації для вітчизняної освітньої системи може стати корисним для подальшого впровадження ШІ у освітній процес закладів загальної середньої освіти в Україні.

Ключові слова: вчителі; сервіси штучного інтелекту; навчання; природничо-математичні предмети; заклади загальної середньої освіти.

Сучасний світ відзначається швидким прогресом і всебічною інтеграцією цифрових технологій у різні аспекти життя. Цей процес супроводжується значними трансформаціями, що охоплюють як приватне життя людей, так і сфери праці, освіти, торгівлі, охорони здоров'я, транспорту, дозвілля тощо.

Нині одним із перспективних напрямів розвитку цифрових технологій є впровадження і ви-

користання таких технологій, як ШІ, інтернет речей, доповнена реальність, віртуальна реальність, блокчейн тощо, що відкривають нові можливості та суттєво змінюють наше сприйняття світу. Завдяки автоматизації процесів та інтелектуальним системам стають реальними завдання, які раніше вважалися неможливими.

Штучний інтелект – це технологія, яка розроблялася протягом тривалого часу і в процесі

свого розвитку вплинула на людей у всіх аспектах життя. ШІ є певною обчислювальною програмою, яка може змушувати машини працювати, подібно до людського інтелекту, зокрема йдеться про прийняття рішень, розв'язання проблем і розроблення прогнозів. Оскільки у ШІ майже такі ж здібності, як у людини, то ШІ також називають *екстернальним інтелектом* або *зовнішнім інтелектом* [3].

Початковий розвиток ШІ був проведений Сполученими Штатами Америки (США) разом із компанією IBM та продовжувався понад 25 років спільно з Microsoft. Сполучені Штати розвивали оборонні та безпекові технології через DARPA або Агентство з просунутих оборонних досліджень, яке діє більш ніж 60 років. США використовували технологію ШІ під час війни в Перській затоці у 1991 р. під назвою DART або динамічний аналіз і перепланування. Як інструмент для планування логістики товарів, а також транспорту, DART був запроваджений DARPA [4].

Китай – країна, яка продовжує ринкові відносини з США як світовою державою, продовжує розвиватися, впроваджуючи технологію ШІ у військовій галузі. Китай інвестував понад 150 млрд дол. США для розвитку технології ШІ, і в майбутньому планує торгувати розвинутою ним технологією ШІ. Також, розвиток ШІ Китаєм був продемонстрований на виставці Beijing Civil-Military Integration Expo у травні 2019 р., де було представлено багато дронів, що мають функцію перевезення людей і вантажів, а також обладнані ШІ, щоб вони могли працювати за програмою і без людського супроводу. Окрім того, Китай, показуючи дрони, також приймає замовлення на їх виробництво для будь-якої країни, яка хоче їх купити.

Важливим є те, що ШІ має чітку мету в розумінні інтелекту та побудові інтелектуальних систем. Послуги з використанням ШІ можна знайти всюди: Google Assistant, Siri, Google Translate, комп'ютерні ігри та багато іншого.

Починаючи з початкової школи, діти повинні мати можливість вивчати ключові знання з цифрових технологій. Це потрібно для того, щоб вони мали змогу просуватися на наступний вищий рівень використання сучасних цифрових технологій, бо, якщо вони цього не зроблять, то виростуть пасивними споживачами швидкозмінних технологій і послуг.

Роль цифрових технологій також часто використовується для підтримки навчання як в школах, так і для самостійного навчання. У майбутньому заклади освіти будуть використовувати більше сервісів штучного інтелекту, враховуючи швидкі темпи його впровадження. ШІ може бути використаний для презентації навчальних матеріалів, надання навчального зворотного зв'язку тощо [4].

Актуальність нашого дослідження також полягає в тому, що інструменти (на основі штучного інтелекту) можна використовувати через браузер в Інтернеті. Це означає, що вони доступні не лише на персональних комп'ютерах, а й на смартфонах і планшетах. Навіть якщо більшість таких інструментів спочатку створювалися для розваг, то наразі вони мають значний потенціал у сфері освіти.

З огляду на те, що в Україні зараз переважає дистанційне та змішане навчання, іноді виникають проблеми з проведенням онлайн-уроків через перебої з електропостачанням. Це ускладнює роботу для вчителів у контексті розробки різноманітних і наочних уроків для учнів та студентів. Використання сервісів ШІ може стати ефективним розв'язанням цієї проблеми в навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО).

Наразі ми спостерігаємо стрімкий розвиток цифрових технологій, де робототехніка, віртуальна реальність, 3D-друк, мережі, блокчейн, 5G, автономні транспортні засоби, квантові обчислення, обчислення на краю, мікросхеми та криптовалюти, це лише деякі з них. Серед цього калейдоскопу інновацій штучний інтелект посідає одне з найважливіших місць.

Цифрові технології постійно розвиваються і активно сприяють переходу суспільства до епохи цифровізації. Машини стають дедалі більш досконалими, щоб максимально задовольнити потреби людей і покращити їхнє життя. ШІ проникає в усі сфери життя, стаючи невід'ємною частиною людського існування. Роззирнувшись довкола, ми бачимо, як технологічний прогрес робить черговий крок до автоматизації. Автономні транспортні засоби, машини з розумними сенсорами – усе це свідчить про зростання їхньої продуктивності та цінності на ринку. Людське життя дедалі більше перетворюється на цифрову форму як у повсякденній, так і в професійній діяльності.

Згідно з результатами Міжнародного форуму з ШІ та освіти «Керування ШІ для розширення можливостей вчителів і трансформації викладання», що відбувся у вересні 2022 року [5], було визначено необхідність використання потужності цифрової трансформації для забезпечення якісної освіти та навчання впродовж життя як громадського блага та людського права для всіх, з акцентом на найбільш вразливі категорії суспільства. Цифрова трансформація освіти потребує комплексної перебудови, яка охоплює різні аспекти освітнього процесу: педагогіку, зміст програм, оцінювання, соціальну підтримку та організацію навчання, у всіх освітніх установах і впродовж життя. Також було підкреслено, що ШІ є невіддільною частиною інфраструктури цифрової трансформації освіти, він відіграє важливу

роль у поєднанні різних складових прийняття рішень і створенні робочих потоків для забезпечення освіти як громадського блага. ШІ є однією з ключових технологій у цифровій трансформації, він діє як потужний інструмент і створює базову архітектуру для підвищення ефективності використання технологій на користь людей у всіх галузях. Впровадження ШІ в цифрову інфраструктуру може покращити надійність та ефективність архітектури освітніх технологій з точки зору витрат.

Застосування в системі управління освітою та навчанням рішень, запропонованих ШІ, може підвищити інтелектуальні робочі процеси, забезпечити моніторинг на основі даних і сприяти ефективним людським рішенням [5].

Мета статті – здійснити аналіз вітчизняного і закордонного досвіду щодо проблеми використання вчителями сервісів штучного інтелекту в навчанні природничо-математичних предметів у ЗЗСО.

У статті наведені результати дослідження, отримані в ході виконання наукового дослідження на тему «Використання вчителями сервісів штучного інтелекту в навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти», що виконується відповідно до Постанови НАПН України «Про результати конкурсного відбору щодо виконання у 2024 р. прикладних наукових досліджень для підтримки молодих вчених, які працюють (навчаються) у підвідомчих установах НАПН України» від 25 січня 2024 р. № 1-2/2-8, договору № 12/8/1-24 МВпр. Також для досягнення мети статті нами було використано комплекс методів, а саме: аналіз, систематизація, узагальнення наукових джерел, аналіз наукових публікацій вітчизняних і закордонних вчених, метод сходження від абстрактного до конкретного, узагальнення власного досвіду та ін.

Вітчизняний досвід представлений у наукових працях вчених, які займалися вивченням питань щодо: використання ШІ в закладах освіти (Є. Гаїлович, Т. Григорова, В. Коваленко, М. Мар'єнко, О. Москаленко, В. Назаров; Ю. Носенко, В. Осадчий, Г. Розлуцька, С. Семеріков, І. Теплицький, М. Шишкіна, А. Яцишин та ін.); використання ШІ для навчання учнів природничо-математичних предметів у ЗЗСО (І. Єрмакова, О. Іванова, С. Петренко, О. Шевченко, Т. Яковенко та ін.).

Світовий досвід представлений у публікаціях дослідників, які займалися дослідженням питань щодо: використання ШІ в шкільній освіті (Арістонто (Aristanto), Вахю Курніаваті (Wahyu Kurniawati), Ганна Марія Панггабеан (Hanna Maria Panggabean), Гюр Емре Гюраксін (Gür Emre Güraksin), Ека Априянті (Eka Apriyanti), Ека Супріатна (Eka Supriatna), Ісмаїла Темітайо Санусі (Ismaila Temitayo Sanusi), Кадір Демір (Kadir

Demir), Кехінде Д. Арулеба (Kehinde D. Aruleba), Муса Адекунле Аянвале (Musa Adekunle Ayanwale), Нур Индах Сари (Nur Indah Sari), Оволабі Пол Адельана (Owolabi Paul Adelana), Солмон Сандей Оелере (Solomon Sunday Oyelere), Хартіні (Hartini) та ін.); використання ШІ в шкільній освіті в навчанні учнів природничо-математичних предметів (Карен Стіл (Karen Steel), Кенді Вонг (Candy Wong), Марджорі Ходжсон (Marjorie Hodgson), Мігель Ніето (Miguel Nieto), Річард Кларк (Richard Clark) та ін.).

Проте проблема використання вчителями сервісів ШІ в навчанні природничо-математичних предметів у ЗЗСО залишає багато дискусійних питань, які потребують більш детального дослідження.

Для визначення представлення проблеми використання вчителями сервісів ШІ в навчанні природничо-математичних предметів у ЗЗСО в нормативно-правовому полі нами було розглянуто низку нормативно-правових документів в Україні з цієї проблеми: Закон України «Про освіту» (ст. 13, 17, 54), Закон України «Про інформацію» (ст. 6, 11), Закон України «Про захист персональних даних» (ст. 6, 7, 8), Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державного стандарту початкової освіти» (додаток 1), Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державного стандарту базової середньої освіти» (додаток 1), Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державного стандарту повної загальної середньої освіти» (додаток 1), наказ Міністерства освіти і науки України «Про затвердження Типових освітніх програм для 1–4 класів закладів загальної середньої освіти» (додатки), наказ Міністерства освіти і науки України «Про затвердження Типових освітніх програм для 5–9 класів закладів загальної середньої освіти» (додатки), наказ Міністерства освіти і науки України «Про затвердження Типових освітніх програм для 10–11 класів закладів загальної середньої освіти» (додатки), наказ Міністерства освіти і науки України «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо використання інформаційно-комунікаційних технологій у загальноосвітніх навчальних закладах», Концепція розвитку цифрової освіти в Україні на період до 2026 року, Стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні на період до 2030 року, Концептуально-референтна Рамка цифрової компетентності педагогічних й науково-педагогічних працівників тощо.

Варто зазначити, що нормативно-правова база щодо використання ШІ в освіті в Україні постійно вдосконалюється відповідно до світових викликів цифрового суспільства.

Одними з основних нормативно-правових документів за кордоном із проблеми «Використання вчителями сервісів штучного інтелекту

в навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти» є: у ЄС – Рекомендація Ради Європейського Союзу від 22 травня 2018 року щодо ключових компетенцій для навчання протягом життя (п. 8), Резолюція Європейського парламенту від 18 січня 2019 року про індивідуалізацію навчання: нова європейська політика для епохи цифрових технологій (п. 14) та ін.; у США – Every Student Succeeds Act (ESSA) (2015), National Artificial Intelligence Initiative Act of 2020 та ін.; у Канаді – Pan-Canadian Artificial Intelligence Strategy (2017), Digital Learning Strategy (2019) та ін.; у Сінгапурі – Smart Nation Initiative (2014), Model Curriculum for Artificial Intelligence (2020) та ін.; у Австралії – Digital Education Strategy (2019), National Artificial Intelligence Strategy (2020) та ін.

Дослідники [7] визначають головну мету ІІІ – розвивати комп'ютери або машини, які можуть вчитися, мислити і вести себе як люди. Системи ІІІ використовують складні алгоритми та математичні моделі для обробки даних і вивчення на основі досвіду, щоб приймати рішення або виконувати певні завдання. Існує декілька підходів до розвитку ІІІ, включаючи його застосування в таких методах навчання в школах, як:

- машинне навчання;
- поглиблене навчання;
- опрацювання природної мови;
- комп'ютерний зір;
- робототехніка тощо.

ІІІ в шкільній освіті відіграє надзвичайно важливу роль, оскільки в епоху Четвертої промислової революції, роль ІІІ, свідомо чи ні, є дуже корисною в процесі навчання, особливо допомагаючи вчителям формувати, впроваджувати та планувати методи навчання в школах [7].

У публікації [5] зазначено, що використання ІІІ для забезпечення доступу найбільш вразливих категорій до можливостей навчання, до використання ІІІ для забезпечення майбутніх форм навчання, добре підготовлені вчителі й ефективне викладання залишаються головною опорою систем освіти для виконання обіцянок публічної цифрової освіти на 2022 рік. Без трансформації педагогічної практики та надання вчителям повноважень, переваги цифрової трансформації освіти не будуть досягнуті. Окрім того, ІІІ може сприяти трансформації педагогічної практики й освіти лише у випадку, якщо, на відміну від цього, він буде здатен підвищувати підходи до навчання, зорієнтовані на учня, а також високорівневе мислення, дотримуючись етичних норм і стандартів.

Автори дослідження [1] визначають, що ІІІ має потенціал революціонізувати освіту. Штучні вчителі можуть бути використані для персоналізації навчання для кожного учня, а також для надання учням зворотного зв'язку в режимі ре-

ального часу. Штучні вчителі також можуть бути використані для автоматизації таких завдань, як оцінювання та планування уроків, що може звільнити час вчителів для більш творчої та інтерактивної роботи з учнями.

Попри потенціал ІІІ щодо допомоги вчителям і покращення викладання, засоби ІІІ, що призначені для вчителів, досі отримували значно менше уваги, аніж ІІІ-інструменти, призначені для учнів. Якщо розглядати мету та алгоритми за ІІІ-інструментами для вчителів, сучасні ІІІ-інструменти не спрямовані на трансформацію педагогіки, організацію навчання та соціально-емоційну взаємодію між учителями та учнями [5].

Погоджуємося з думкою М. Шишкіної і Ю. Носенко [2, с. 67] стосовно того, що підготовка кваліфікованих фахівців, здатних працювати в швидкозмінному середовищі і розвивати міжпредметні зв'язки, включаючи використання сучасних цифрових технологій, є важливим завданням сучасної освіти. Нині процес підготовки професіоналів виходить за рамки традиційного класного навчання. Замість цього набирають популярності нові форми навчання (змішане навчання, перевернутий клас тощо), які охоплюють широке використання сучасних сервісів. Окрім поліпшення доступу до освітніх послуг і надання мультимедійного контенту, сучасні цифрові рішення також відрізняються адаптивністю (здатністю адаптуватися до потреб кожного користувача) і забезпеченням максимальної персоналізації, індивідуалізації освітнього процесу [2, с. 67].

Дослідниці вважають [2, с. 67–68], що з постійним розвитком технологій, зокрема, Інтернет-простору та хмарних обчислень можливості забезпечення адаптивності та персоналізації навчання значно збільшуються. Вони виокремлюють декілька ключових тенденцій, які сьогодні характеризують перспективи розвитку та використання сучасних технологій персоналізації навчання:

- розвиток адаптивних хмаро орієнтованих платформ, їх подальша уніфікація, універсалізація, формування єдиних стандартів розробки та впровадження окремих модулів, підсистем і систем навчання з елементами штучного інтелекту;
- зростаюча роль підходу Big Data («великі дані») для збору та аналізу результатів навчання та прогресу кожного учня/студента/слухача;
- зростаюча насиченість навчального середовища різними інтелектуальними пристроями, пультами дистанційного керування, роботами, периферійним обладнанням тощо, якими можна управляти через єдину платформу із підключенням до мережі – інтернет речей;
- розробка та впровадження систем освітньої та наукової співпраці у віртуальних командах із використанням «доповнених» (віртуальних) агентів;
- зростання ролі комп'ютерної грамотності та технологічної культури для всіх учасників

освітнього процесу для успішної розробки та впровадження нового покоління засобів навчання на основі ІІІ [2, с. 67–68].

Упровадження вчителями сервісів ІІІ в навчання природничо-математичних предметів може принести значні переваги, а саме: покращення навчальних результатів, підвищення мотивації учнів і економію часу вчителів. Проте необхідно приділити увагу подоланню викликів і ризиків, що виникають у зв'язку з використанням ІІІ, для забезпечення його етичного та відповідального застосування.

Це передбачає узгодження ІІІ з головними принципами етики, захисту приватності та безпеки даних. Також важливо розробляти і впроваджувати відповідні політики та процедури, щоб вчителі та учні мали чітке розуміння того, як використовувати ці технології ефективно і безпечно. Це може включати навчання вчителів щодо ефективного використання ІІІ, створення спеціальних курсів і ресурсів, а також регулярні оновлення і моніторинг заходів безпеки.

Застосування ІІІ в освіті може бути дієвим і перспективним, проте лише за умови відповідального підходу до його використання і постійного вдосконалення заходів безпеки та етики.

Отже, здійснивши аналіз вітчизняного та світового досвіду використання сервісів ІІІ в навчанні природничо-математичних предметів у ЗЗСО нами було з'ясовано, що використання сервісів ІІІ в освіті має величезний потенціал.

1. Сервіси ІІІ можуть адаптувати навчальний процес до потреб і здібностей кожного учня, забезпечуючи оптимальний темп і рівень складності.

2. Інтерактивні та візуалізовані матеріали, що пропонують сервіси ІІІ, роблять навчання більш цікавим і захопливим, що сприяє підвищенню мотивації учнів.

3. Сервіси ІІІ можуть автоматизувати такі рутинні завдання, як перевірка завдань, що дає вчителю більше часу для творчої роботи та індивідуальної роботи з учнями.

4. Розглянуті дослідження показують, що використання сервісів ІІІ може покращити результати навчання учнів, зокрема з природничо-математичних предметів.

Проте важливо розуміти, що не всі школи мають доступ до комп'ютерів, Інтернету та інших необхідних технологій; вчителі потребують спеціальної підготовки для того, щоб використовувати сервіси ІІІ в навчанні; сервіси ІІІ можуть бути упередженими, що може призвести до несправедливої оцінки учнів; використання сервісів ІІІ в навчанні актуалізує низку таких етичних питань, як питання конфіденційності та використання особистих даних.

Використання сервісів ІІІ в навчанні природничо-математичних предметів має значний потенціал для покращення освітнього про-

цесу. Проте, щоб реалізувати цей потенціал, необхідно вирішити ряд викликів.

Важливо зазначити, що ІІІ не є заміною вчителю, а його доповненням. Причому сервіси ІІІ можуть допомогти вчителю зробити навчання більш ефективним, цікавим та особистісно-орієнтованим.

Подальші розвідки будуть спрямовані на добір сервісів ІІІ в навчанні природничо-математичних предметів.

Використані літературні джерела

1. Москаленко О. О. Алгоритми штучного інтелекту для пошуку інформації в системах дистанційного навчання / О. О. Москаленко, Т. А. Григорова // Прикладні питання математичного моделювання. – 2020. – Т. 3, № 1. – С. 131–140. DOI: <https://doi.org/10.32782/2618-0340/2020.1-3.13>.

2. Шишкіна М. П. Перспективні технології з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів / М. П. Шишкіна, Ю. Г. Носенко // Фізико-математична освіта. – 2023. – Т. 38 (1). – С. 66–71.

3. Artificial Intelligence, Artificial Teachers and the Fate of Learners in the 21st Century Education Sector: Implications for Theory and Practice / Ikedinachi Ayodele Power Wogu, Sanjay Misra, Esther Fadeke Olu-Owolabi, Patrick A. Assibong, Oluwakemi D. Udoh // International Journal of Pure and Applied Mathematics. – 2018. – Vol. 119. – No. 16. – P. 2245–2259. – URL: <http://www.acadpubl.eu/hub/>.

4. Determining middle school students' perceptions of the concept of artificial intelligence: A metaphor analysis / Kadir Demir, Gür Emre Güraksin // Participatory Educational Research (PER). – Vol. 9 (2). – P. 297–312. – 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.17275/per.22.41.9.2>.

5. International Forum on AI and Education Steering AI to Empower Teachers and Transform Teaching / UNESCO. – 5–6 December, 2022. – URL: <https://aiedforum.org/#/home>.

6. Teachers' readiness and intention to teach artificial intelligence in schools / Musa Adekunle Ayanwale, Ismaila Temitayo Sanusi, Owolabi Paul Adelana, Kehinde D. Aruleba, Solomon Sunday Oyelere. – Computers and Education: Artificial Intelligence. – 2022. – No 3. – P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100099>.

7. The Role Of Artificial Intelligence (AI) At School Learning / Aristanto, Eka Supriatna, Hanna Maria Panggabean, Eka Apriyanti, Hartini, Nur Indah Sari, Wahyu Kurniawati // Consilium: Education and Counseling Journal. – 2023. – Vol. 3. – No. 2. – P. 64–71. DOI: <https://doi.org/10.36841/consilium.v3i2.3437>.

References

1. Moskalenko, O. & Hryhorova, T. (2020). Alhorytmy shtuchnoho intelektu dlia poshuku informatsii v systemakh dystantsiinoho navchannia [Artificial intelligence algorithms for information retrieval

in distance learning systems]. *Prykladni pytannia matematychnoho modeliuvannia – Applied problems of mathematical modeling*. 3 (1). P. 131–140. DOI: <https://doi.org/10.32782/2618-0340/2020.1-3.13> [in Ukrainian].

2. Shyshkina, M., & Nosenko, Yu. (2023). Perspektivni tekhnologii z elementamy shtuchnoho intelektu dlia profesiinoho rozvytku pedahohichnykh kadriv [Promising technologies with elements of AI for professional development of teaching]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*. 38 (1). P. 66–71. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-010> [in Ukrainian].

3. Ikedinachi Ayodele Power, Wogu, Sanjay, Misra, Esther Fadeke, Olu-Owolabi, Patrick, A. Assibong & Oluwakemei, D. Udoh (2018). Artificial Intelligence, Artificial Teachers and the Fate of Learners in the 21st Century Education Sector: Implications for Theory and Practice. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*. Vol. 119. No. 16. P. 2245–2259. Retrieved from: <http://www.acadpubl.eu/hub/>.

4. Kadir, Demir & Gür Emre, Güraksin (2022). Determining middle school students' perceptions of the concept of artificial intelligence: A metaphor analysis. *Participatory Educational Research (PER)*. Vol. 9 (2). P. 297–312. DOI: <http://dx.doi.org/10.17275/per.22.41.9.2>.

5. International Forum on AI and Education. *Steering AI to Empower Teachers and Transform Teaching*. (5–6 December, 2022). UNESCO. Retrieved from: <https://aiedforum.org/#/home>.

6. Musa, Adekunle Ayanwale, Ismaila, Temitayo Sanusi, Owolabi, Paul Adelana, Kehinde, D. Aruleba & Solomon, Sunday Oyelere (2022). Teachers' readiness and intention to teach artificial intelligence in schools. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. No. 3 (100099). P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100099>.

7. The Role Of Artificial Intelligence (AI) At School Learning. Aristanto, Eka Supriatna, Hanna Maria Panggabean, Eka Apriyanti, Hartini, Nur Indah Sari, Wahyu Kurniawati (2023). *Consilium: Education and Counseling Journal*. Vol. 3. No. 2. P. 64–71. DOI: <https://doi.org/10.36841/consilium.v3i2.3437>.

Marienko Maiia, Doctor of Pedagogical Sciences, Senior Researcher, Leading Researcher Department of Cloud Oriented Systems of Education Informatization, The Institute for Digitalisation of Education of NAES of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Kovalenko Valentyna, Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Researcher, Senior Researcher Department of Cloud Oriented Systems of Education

Informatization, The Institute for Digitalisation of Education of NAES of Ukraine, Kyiv, Ukraine

THE USE OF AI SERVICES BY TEACHERS IN TRAINING NATURAL AND MATHEMATICAL SUBJECTS IN GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS: ANALYSIS OF DOMESTIC AND FOREIGN EXPERIENCE

Summary.

In the modern world, where the role of technology in education is becoming increasingly important, the use of artificial intelligence in training natural and mathematical subjects in general secondary education institutions is gaining relevance. Analysis of the experience of using AI in this area opens up new opportunities for improving the quality of education and stimulating students' interest in studying natural and mathematical subjects.

Specifically, the use of AI services can help teachers create interactive and personalized learning materials that better meet the needs of each student. It is also possible to use adaptive platforms that are adapted to the level of knowledge and skills of students to provide them with an optimal level of educational support.

The experience of foreign countries shows that the use of AI services can help improve learning outcomes, increase student motivation, and develop their critical thinking and creativity skills. Therefore, the analysis of this experience and the study of its adaptation for the domestic education system can be a useful step for the further implementation of AI in the educational process of general secondary education institutions in Ukraine.

It is also necessary to develop and implement appropriate policies and procedures to ensure that teachers and students clearly understand the effective and safe use of AI technologies. This may include training teachers to use AI services, developing special courses and resources, and regular updates and monitoring of security measures.

Such policies and procedures should also ensure that student and teacher data is protected from potential cyber threats and abuse. It is important to establish security measures for the storage and processing of data and information, and to train users in the basics of cybersecurity. In addition, teachers should understand the ethical and legal aspects of using AI in education to avoid potential violations and conflicts. The development and implementation of such policies and procedures in general secondary education institutions will help ensure the effective and safe use of AI services in the educational process.

Keywords: teachers; artificial intelligence services; training; natural and mathematical subjects; institutions of general secondary education.