

Коваленко Валентина Володимирівна, кандидат педагогічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник відділу цифрових технологій і комп'ютерного забезпечення Державної науково-педагогічної бібліотеки України імені В. О. Сухомлинського, 04060, м. Київ, вул. М. Берлінського, 9, тел.: +380(44)467-22-14, e-mail: vako88@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-4681-5606>

Вараксіна Наталія Володимирівна, науковий співробітник відділу цифрових технологій і комп'ютерного забезпечення Державної науково-педагогічної бібліотеки України імені В. О. Сухомлинського, 04060, м. Київ, вул. М. Берлінського, 9, тел.: +380(44)467-22-14, e-mail: natalia.varaksina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0333-5186>

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ДОБОРУ СЕРВІСІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В НАВЧАННІ ПРИРОДНИЧО- МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

Анотація. У статті розглянуто проблему методично обґрунтованої інтеграції сервісів штучного інтелекту (ШІ) в навчання природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО) в умовах стрімкої цифровізації та масового поширення генеративних сервісів ШІ після 2023 року. Актуальність дослідження зумовлена, з одного боку, високим освітнім потенціалом ШІ для аналізу даних, моделювання, дослідницького та STEM-орієнтованого навчання, а з іншого наявністю ризиків некоректного використання сервісів ШІ учнями, труднощів учителів у доборі якісних сервісів, дефіциту методичних матеріалів та загроз академічній доброчесності. Обґрунтовано методичні підходи до класифікації та добору сервісів ШІ у навчанні природничо-математичних дисциплін, зокрема застосовано аналітико-узагальнювальний підхід до опрацювання наукових і нормативно-методичних джерел, що дозволило систематизувати наявні підходи та конкретизувати педагогічні вимоги до сервісів ШІ. Запропоновано класифікацію сервісів ШІ за учасниками освітнього процесу (керівництво закладу, педагогічні працівники, здобувачі освіти), а також за рівнем універсальності (загальні та спеціалізовані сервіси), що є практично значущим для природничо-математичної галузі. Визначено групи сервісів за функціональним призначенням (генеративні моделі й чат-боти; сервіси аналізу та візуалізації даних; засоби створення мультимедійного контенту; сервіси відкритої науки та платформи на кшталт EOSC) і показано їх дидактичні можливості для різних етапів уроку та навчальних досліджень. Обґрунтовано системи критеріїв добору сервісів ШІ, таких як дидактичних (відповідність програмі, цілям і компетентнісним результатам), технологічних (доступність, україномовність, стабільність,

мобільність), етичних і правових (захист даних, доброчесність), психолого-педагогічних (вплив на мотивацію, критичне мислення, самостійність).

Ключові слова: сервіси ІІІ, EOSC, природничо-математичні предмети, навчання, вчитель, учні.

Kovalenko Valentyna Volodymyrivna, Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Researcher, Senior Researcher of the Department of Digital Technologies and Computer Support, V. Sukhomlynskyi State Scientific and Educational Library of Ukraine, 04060, Kyiv, 9 M. Berlinskoho St., Tel: +380(44)467-22-14, e-mail: vako88@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-4681-5606>

Varaksina Nataliya Volodymyrivna, Researcher of the Department of Digital Technologies and Computer Support, V. Sukhomlynskyi State Scientific and Educational Library of Ukraine, Kyiv, Ukraine, 04060, Kyiv, 9 M. Berlinskoho St., Tel: +380(44)467-22-14, e-mail: natalia.varaksina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0333-5186>

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE CLASSIFICATION AND SELECTION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE SERVICES IN THE TEACHING OF NATURAL SCIENCE AND MATHEMATICS SUBJECTS

Abstract. The article addresses the problem of methodologically grounded integration of artificial intelligence (AI) services into the teaching of natural science and mathematics subjects in general secondary education institutions under conditions of rapid digitalization and the widespread adoption of generative AI services after 2023. The relevance of the study is determined, on the one hand, by the high educational potential of AI for data analysis, modeling, inquiry-based and STEM-oriented learning, and, on the other hand, by the risks of improper use of AI services by students, teachers' difficulties in selecting high-quality services, the shortage of methodological support materials, and threats to academic integrity. The paper substantiates methodological approaches to the classification and selection of AI services in the teaching of natural science and mathematics disciplines. In particular, an analytical and integrative approach to reviewing scholarly and regulatory-methodological sources was employed, which enabled the systematization of existing methods and the specification of pedagogical requirements for AI services. A classification of AI services is proposed based on the participants in the educational process (institutional leadership, teaching staff, and learners), as well as by the level of universality (general-purpose and specialized services), which is particularly significant for the natural sciences and mathematics domains. Groups of services are identified by functional purpose (generative models and chatbots; data analysis and visualization services; multimedia content creation tools; open science services and platforms such as EOSC), and their didactic capabilities for different lesson stages and learning research activities are demonstrated. A system of criteria for selecting AI services is substantiated, including didactic criteria (alignment with curricula, goals,

and competency-based learning outcomes), technological criteria (accessibility, Ukrainian-language support, stability, mobility), ethical and legal criteria (data protection, integrity), and psychological-pedagogical criteria (impact on motivation, critical thinking, and learner autonomy).

Keywords: AI services, EOSC, natural science and mathematics subjects, learning, teacher, students.

Постановка проблеми. Стрімка цифровізація суспільства та поява доступних сервісів ШІ значно впливають на зміст і організацію освітнього процесу. Починаючи з 2023 року, після повноцінного запуску в Україні ChatGPT, використання сервісів ШІ стало масовим явищем в освітньому та поза освітньому середовищі [2]. Разом із потенційними можливостями ШІ з'явилася й низка викликів, таких як неправильне застосування сервісів ШІ учнями, зокрема, нерозуміння принципів роботи алгоритмів, труднощі вчителів у доборі якісних сервісів, недостатність методичних матеріалів, недоброчесне використання учнями сервісів ШІ та ін. [2, 3].

Схвалення Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні свідчить про офіційне державне визнання ШІ як стратегічного напрямку розвитку національної економіки, науки і освіти. У документі визначено, що впровадження ШІ має здійснюватися із забезпеченням умов для розвитку людського капіталу, зокрема через освіту, підготовку фахівців, створення відповідної інфраструктури та формування нормативно-правового середовища [6]. Це створює вагому основу для інтеграції сервісів ШІ у систему загальної середньої освіти, зокрема у навчання природничо-математичних дисциплін, і підкреслює необхідність методичного обґрунтування їх добору й використання.

Водночас Концепція [6] окреслює загальні напрямки та принципи розвитку ШІ, але не містить детальних рекомендацій щодо застосування цих технологій у конкретних освітніх контекстах, зокрема у НУШ або навчанні природничо-математичних предметів. Це породжує проблему як саме трансформувати стратегічні настанови державної політики у практичну педагогічну діяльність, тобто як обирати ефективні, безпечні, педагогічно обґрунтовані сервіси ШІ, які відповідають навчальним цілям, компетентнісним підходам та етичним вимогам [6]. Таким чином, виникає потреба у розробленні системи критеріїв добору та методики впровадження ШІ в освітній процес, що враховувала б державні стратегічні документи, дидактичні особливості природничо-математичної освіти та потреби педагогів і учнів.

Попри зазначене вище, тенденції розвитку світової та української освіти свідчать про нагальну потребу у формуванні методичних засад інтеграції ШІ у навчання природничо-математичних предметів, адже саме ці дисципліни найбільше пов'язані з аналізом даних, моделюванням, дослідженнями та експериментами. Це ставить перед педагогами завдання свідомого добору сервісів ШІ відповідно до мети навчання, вікових особливостей учнів, компетентнісного підходу та принципів академічної доброчесності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема використання ШІ в освіті активно досліджується вітчизняними та закордонними науковцями.

У рекомендаціях В. В. Коваленко та М. В. Мар'єнко [2] обґрунтовано актуальність упровадження сервісів ШІ в освітню практику вчителів природничо-математичних предметів у ЗЗСО. Здійснено уточнення та систематизацію основних понять, пов'язаних із застосуванням сервісів ШІ вчителями. Проведено аналіз вітчизняного й міжнародного досвіду щодо використання сервісів ШІ в освітньому процесі природничо-математичного профілю. Визначено значущість ШІ для професійного розвитку вчителя та охарактеризовано підходи до проєктування та функціонування відкритого освітнього середовища з елементами інтелектуальних технологій. Узагальнено та запропоновано добір сервісів ШІ у навчанні природничо-математичних предметів, зокрема охарактеризовано функціональні можливості Gemini як альтернативи ChatGPT у шкільному освітньому процесі. Окремо виокремлено та проаналізовано спеціалізовані сервіси ШІ EOSC, релевантні для підвищення кваліфікації вчителів та подано практичні рекомендації щодо ефективного використання сервісів ШІ у навчанні природничо-математичних предметів [2].

У методичних рекомендаціях Гриб'юк О. О., Дзюба С. М., Коваленко В. В. та ін. [1] проаналізовано підходи до проєктування та функціонування відкритого хмаро орієнтованого освітнього середовища, інтегрованого з технологіями ШІ. Визначено найбільш ефективні напрями застосування сервісів ШІ для розвитку цифрової компетентності вчителів. Розглянуто використання ШІ педагогами в організації дослідницького навчання з метою підвищення мотивації навчально-пізнавальної діяльності учнів, а також проаналізовано відповідні виклики, ризики та перспективи. Окреслено форми й методи інтеграції ШІ у професійний розвиток педагогічних кадрів, з урахуванням дидактичних і психофізіологічних аспектів дослідницького навчання. Оцінено потенціал сервісів ШІ EOSC для підтримки неперервного професійного розвитку педагогів. Проведено бібліометричний аналіз досліджень, присвячених навчанню чат-ботів. Сформульовано рекомендації щодо використання вчителями Copilot та сервісів ШІ для створення електронної музики. Також з'ясовано роль технологій комп'ютерного зору в освітньому процесі та управлінні закладами освіти й окреслено етичні орієнтири щодо впровадження сервісів ШІ в професійну діяльність учителя [1].

У Проєкті інструктивно-методичних рекомендацій щодо запровадження та використання технологій штучного інтелекту в закладах загальної середньої освіти [7] окреслено принципи та концептуальні підходи до відповідального застосування систем ШІ в освітньому процесі. Документ спрямований на забезпечення дотримання прав людини, підтримання професійних етичних стандартів і підвищення обізнаності педагогів щодо потенційних ризиків і викликів, пов'язаних із використанням ШІ. Рекомендації мають на меті сприяти формуванню в учителів уміння критично, ефективно й етично взаємодіяти з сервісами ШІ та максимально реалізовувати їхній освітній потенціал. Зміст документа ґрунтується на найактуальніших міжнародних підходах і практиках у сфері використання технологій ШІ в освіті [7].

У статті Коваленко В. В. [4] обґрунтовано потенціал сервісів ШІ для підвищення ефективності професійного розвитку педагогічних кадрів, зокрема

їх здатність забезпечувати індивідуалізацію навчання, оптимізацію методичного супроводу та автоматизацію рутинних освітніх процесів. Розглянуто перспективи використання екосистеми Google Cloud для розвитку цифрової компетентності педагогів, проте зазначено, що рівень інтеграції сервісів ШІ у систему підготовки та підвищення кваліфікації вчителів наразі залишається недостатнім через низьку обізнаність педагогів, нестачу методичних матеріалів і практичних кейсів. Авторкою проаналізовано можливості ключових сервісів Google Cloud – Vertex AI, API AI, BigQuery ML, AutoML і Generative AI – та визначено напрями їх практичного застосування в освітній діяльності. Підкреслено їхню роль у персоналізації навчання, автоматизації розпізнавання мовлення й тексту, аналізі великих освітніх даних і створенні навчальних та дидактичних ресурсів. Авторка окреслює умови ефективного впровадження цих сервісів, серед яких – формування відповідних цифрових навичок педагогів, забезпечення технічної підтримки та розроблення якісного навчального контенту [4].

У публікації Коваленко В. В. та Яцишин А. В. [5] проаналізовано потенціал використання сервісів ШІ для створення мультимедійних презентацій у освітній діяльності та наукових дослідженнях. Розглянуто сервіси ШІ, що забезпечують автоматизоване створення слайдів, добір релевантного контенту, адаптацію матеріалів до потреб різних цільових аудиторій та підтримку інтерактивних елементів. Окрему увагу приділено аналізу сервісів Gamma, Slidesgo, Alayna AI for Google Slides, Sendsteps та Canva, які застосовують інтелектуальні алгоритми для формування візуально якісних і змістовно структурованих презентаційних матеріалів, що є важливими для візуалізації навчального матеріалу та підвищення мотивації учнів.

Важливі узагальнення щодо глобальних тенденцій розвитку ШІ, ролі відкритих даних, репозиторіїв та хмарних екосистем представлено у препринті (аналітичних матеріалів) [3], де підкреслюється значення великих наборів даних і глибокого навчання для сучасних наукових відкриттів.

Сукупність досліджень демонструє потребу у створенні методично обґрунтованої системи добору сервісів ШІ, орієнтованої саме на потреби вчителів природничо-математичних дисциплін.

Мета статті. Обґрунтувати методичні підходи до класифікації та добору сервісів штучного інтелекту в навчанні природничо-математичних предметів.

Виклад основного матеріалу. Стрімке зростання ролі цифрових технологій у суспільстві зумовлює необхідність переосмислення професійної діяльності вчителя, для якої цифрова компетентність є не допоміжним, а базовим елементом професійної компетентності. Поширення дистанційних форм навчання продемонстрували критичну залежність освітнього процесу від здатності педагогів ефективно використовувати цифрові інструменти. Ухвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей до 2025 року підтверджує державний пріоритет у формуванні цифрової грамотності педагогічних працівників і підкреслює необхідність системного розвитку умінь застосовувати цифрові технології для забезпечення якості освіти [8].

Компетентність учителя щодо використання сервісів ІІІ в навчанні природничо-математичних предметів безпосередньо спирається на сформованість його цифрової компетентності, визначеної в європейських та національних рамках. Зокрема, рамка DigCompEdu та національний тест «Цифрограм для вчителів» дають змогу педагогу усвідомити власний рівень володіння цифровими технологіями у сферах роботи з цифровими ресурсами, організації навчання, оцінювання та розвитку цифрової компетентності учнів, що є необхідною передумовою для свідомого інтегрування сервісів ІІІ у навчання. Освітні ресурси платформи «Дія.Цифрова освіта» й спеціалізовані курси для вчителів забезпечують можливість цілеспрямованого підвищення кваліфікації у форматі безперервного професійного розвитку, у тому числі опанування онлайн-сервісів, які можуть бути використані як інтелектуальні помічники під час пояснення навчального матеріалу, організації інтерактивної діяльності та підтримки учнів у роботі з цифровим контентом. Таким чином, компетентний у сфері ІІІ вчитель не лише володіє базовими цифровими навичками, а й здатний критично добирати, адаптувати та педагогічно доцільно застосовувати сервіси ІІІ в освітньому процесі [8].

ІІІ у сучасних дослідженнях розглядається як властивість ІІІ виконувати функції, що імітують людську інтелектуальну діяльність, а також як сукупність технологій, здатних розв'язувати інтелектуальні задачі різного рівня складності [2]. Під сервісами ІІІ доцільно розуміти сервіси, які надають користувачеві певну функціональність, побудовану на алгоритмах машинного навчання, аналізу даних, комп'ютерного зору та генеративних моделей [2].

Педагогічний аспект добору сервісів ІІІ охоплює кілька ключових складових. До технологічної належать доступність сервісу, його технічні можливості та зручність інтерфейсу. Дидактична складова передбачає відповідність сервісу меті навчання, віковим особливостям учнів та очікуваним компетентнісним результатам. Етична компонента охоплює питання безпеки даних, академічної доброчесності та ризиків маніпулювання контентом. Психолого-педагогічна стосується впливу ІІІ на мотивацію, розвиток критичного мислення та формування навичок самостійної роботи. Недостатня здатність вчителів оцінювати якість сервісів ІІІ і коректно добирати ці сервіси призводить до фрагментарного й неефективного використання технологій [2], що актуалізує потребу у формуванні чітких критеріїв добору.

Світова практика свідчить про широке застосування ІІІ в аналізі навчальних даних, створенні адаптивних освітніх середовищ та автоматизації рутинних процесів [2, 7]. Особливо активне впровадження ІІІ спостерігається в межах STEM-освіти, де потреба працювати з великими обсягами інформації, проводити симуляції, моделювати явища та прогнозувати результати зумовлює високу ефективність цифрових інтелектуальних інструментів. Досвід США та Китаю демонструє значні інвестиції в інтелектуальні технології й широке їх використання у військовій, науковій та освітній сферах [2]. Сервіси на зразок DALL·E, ChatGPT, генеративні моделі Google застосовують у віртуальних класах, дистанційному навчанні, розробленні навчальних матеріалів і підготовці педагогів.

В українській освітній практиці також спостерігається розширення спектра застосування ІІІ. Поширеним є використання чат-ботів (ChatGPT, Gemini) для пояснення матеріалу, виконання мовних трансформацій текстів, створення прикладів і задач. Генеративні моделі допомагають вчителям формувати тестові завдання та дидактичні тексти, а хмарні сервіси – забезпечувати підвищення кваліфікації педагогів і аналіз навчальних даних [2, 4]. Водночас рівень обізнаності українських вчителів щодо можливостей ІІІ залишається недостатнім, що зумовлює потребу у створенні доступних методичних матеріалів [2].

Підходи до класифікації сервісів ІІІ в освіті передбачають їх систематизацію відповідно до ознак, що відображають потреби й структуру освітнього процесу. У методичних рекомендаціях [2] наголошується, що вибір шляхів використання сервісів ІІІ має ґрунтуватися на науково обґрунтованих класифікаціях, які визначають логіку, межі та педагогічну доцільність їх застосування. У запропонованій авторській класифікаційній схемі ключовою ознакою визначено учасників освітнього процесу, що дає змогу розглядати сервіси ІІІ як універсальну категорію, незалежно від платформи їх розміщення чи специфіки розробника. Такий підхід робить класифікацію придатною для різних типів освітніх закладів і забезпечує можливість адаптації сервісів до конкретних потреб педагогів і учнів [2].

У межах цієї класифікації виокремлюють три основні групи користувачів: керівництво закладу освіти, педагогічних працівників та здобувачів освіти, що дозволяє диференціювати сервіси за їх функціональним призначенням у навчальному процесі. Для вчителів особливо важливим є розмежування сервісів, які використовуються як інструменти професійної діяльності (зокрема, для створення навчальних матеріалів), та сервісів, що становлять частину змісту навчання і включені до навчальних модулів предметів природничо-математичного циклу. Таке розмежування забезпечує можливість цілеспрямованого добору сервісів ІІІ на основі їх функцій, а не лише технічних характеристик [1].

Окремий підхід до класифікації базується на поділі сервісів ІІІ на загальні та спеціалізовані, що має особливу практичну цінність для навчання природничо-математичних дисциплін. Загальні сервіси не прив'язані до конкретної галузі знань і можуть бути адаптовані для навчання широкого спектра предметів; до них належать великі мовні моделі, генератори зображень та чат-боти. Спеціалізовані сервіси створені для виконання завдань певної галузі науки, враховують її закономірності та містять вузькогалузовий інструментарій, що робить їх особливо корисними під час вивчення фізики, хімії, біології, географії чи математики. У методичних матеріалах підкреслюється, що саме спеціалізовані сервіси мають найбільший освітній потенціал у природничо-математичній галузі, хоча їх доступність залишається обмеженою [1].

Важливим інструментом добору спеціалізованих сервісів є платформа EOSC, яка містить значну кількість сервісів для дослідницької роботи та аналізу даних. У методичних рекомендаціях [1] зазначено, що більшість сервісів EOSC є спеціалізованими, оскільки створені для розв'язання конкретних наукових

задач у певних галузях знань (зокрема AI-GeoSpecies, Imaging AI Platform for Aquatic Science, FASTCAT-Cloud), і доведено, що ці сервіси можуть адаптуватися до завдань шкільної освіти. У попередніх дослідженнях описано алгоритми фільтрації та добору сервісів EOSC, що дає змогу педагогам ефективно визначати сервіси, релевантні до змісту природничо-математичних дисциплін. Таким чином, класифікація та добір сервісів III мають спиратися на системний аналіз їх призначення, доступності та можливостей для реалізації предметних компетентностей [1].

Сервіси III, які можуть бути інтегровані у діяльність учителя природничо-математичних предметів, доцільно класифікувати за функціональним призначенням. Генеративні моделі та текстові сервіси (ChatGPT, Gemini тощо) забезпечують створення пояснень, прикладів, задач, адаптацію текстів до рівня учнів, генерування дидактичних матеріалів, а також переклад та узагальнення інформації [2]. Важливо, що Gemini може бути дієвою альтернативою ChatGPT в освітньому процесі завдяки інтеграції з екосистемою Google та високому рівню безпеки [2].

Сервіси III призначені для аналізу та візуалізації даних є особливо цінні для вчителів предметів, пов'язаних з експериментами та моделюванням. BigQuery ML дає змогу працювати з великими освітніми даними без глибоких знань програмування [2], Vertex AI використовується для моделювання, прогнозування та побудови трендів, AutoML дозволяє створювати моделі на основі власних датасетів [3]. Такі сервіси істотно розширюють можливості STEM-проектів і навчальних досліджень.

Сервіси на основі III або з елементами III для створення мультимедійних матеріалів, до прикладу Gamma, Canva, Slidesgo, Sendsteps, дозволяють автоматизувати створення презентацій, підбирати візуальний контент, адаптувати матеріали під аудиторію та формувати інтерактивні елементи [5]. Такі сервіси забезпечують якісну візуалізацію природничих явищ і процесів та підвищують мотивацію учнів.

Сервіси EOSC, описані в методичних рекомендаціях [2], включають сервіси III для аналізу даних, моделювання природничих процесів, роботи в хмарних середовищах та використання відкритих репозиторіїв.

На основі узагальнення наукових джерел [2–7] можна виокремити кілька груп критеріїв добору сервісів III. Дидактичні критерії передбачають відповідність сервісу змісту освітньої програми, спрямованість на розвиток предметних і ключових компетентностей, а також можливість інтеграції сервісу в різні етапи уроку, таких як, пояснення нового матеріалу, тренувальні вправи чи оцінювання. Технологічні критерії стосуються доступності сервісу III, наявності безкоштовної версії, підтримки української мови, стабільності роботи та можливості використання на мобільних пристроях. Етичні й правові критерії охоплюють захист персональних даних учнів і вчителів, відсутність потреби завантажувати конфіденційну інформацію та запобігання порушенням академічної доброчесності. Психолого-педагогічні критерії включають здатність сервісу III сприяти розвитку самостійності, стимулювати критичне мислення та уникати надмірної залежності від автоматично згенерованих рішень.

Вважаємо, що вчителям доцільно використовувати сервіси ІІІ на етапі створення первинних навчальних матеріалів, доповнюючи їх власною експертизою та контролем змісту. ІІІ має поєднуватися з традиційними методами навчання, підсилюючи їх ефективність. Системи аналізу даних на зразок Vertex AI та BigQuery ML доцільно застосовувати під час проведення навчальних досліджень, експериментів і STEM-проектів [2, 4].

Сервіси EOSC сприяють формуванню навичок роботи з відкритими даними та розширюють можливості дослідницької діяльності учнів. Важливим є розвиток критичного мислення здобувачів освіти щодо результатів роботи ІІІ, оскільки моделі можуть генерувати помилки або недостовірні твердження [1]. Учителю варто організовувати персоналізовані освітні траєкторії, використовуючи потенціал сервісів ІІІ для адаптації матеріалу до індивідуальних потреб учнів [3], а також постійно вдосконалювати власну цифрову компетентність через тренінги та навчальні заходи.

Висновки. Інтеграція сервісів ІІІ в освітню практику вчителів природничо-математичних предметів розглядається як суттєвий чинник модернізації сучасних ЗЗСО, оскільки забезпечує якісно нові можливості для організації навчального процесу, удосконалення методичного забезпечення та розвитку дослідницьких компетентностей учнів. Проведений аналіз засвідчує, що ІІІ відіграє особливо важливу роль у контексті STEM-орієнтованої освіти, де ключовими є процеси моделювання, прогнозування, аналізу даних і опрацювання великих інформаційних масивів. Використання генеративних моделей, сервісів візуалізації та аналітичних платформ створює передумови для розширення змісту навчальних завдань і залучення учнів до глибшого розуміння природничих процесів.

Методично обґрунтований добір сервісів ІІІ передбачає врахування дидактичних, технологічних, етичних і психолого-педагогічних критеріїв, що визначають результативність і безпечність їх застосування в освітньому середовищі. Різні групи сервісів ІІІ таких як генеративні моделі, платформи для аналізу даних, засоби створення мультимедійного контенту, інструменти відкритої науки, які характеризуються суттєвими відмінностями у функціональному призначенні та дидактичному потенціалі, що зумовлює потребу у високому рівні цифрової та методичної компетентності вчителя. Особливого значення набуває розвиток критичного мислення учнів і вчителів, оскільки автоматично згенерований контент може містити неточності, що створює ризики для достовірності й надійності освітнього матеріалу.

Отже, інтеграція сервісів ІІІ в освітній процес природничо-математичної галузі має здійснюватися системно та поетапно, від формування цифрової грамотності педагогів до впровадження персоналізованих навчальних стратегій, аналітичних інструментів і платформ відкритої науки. Результати дослідження підтверджують високий потенціал ІІІ у підвищенні якості навчання, активізації пізнавальної діяльності учнів та розширенні можливостей для проведення навчальних досліджень.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розроблення моделей оцінювання ефективності використання сервісів ІІІ у ЗЗСО.

Література:

1. Використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів : метод. рекомендації. / Гриб'юк О. О., Дзюба С. М., Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Осадчий В. В., Семеріков С. О., Шишкіна М. П., Яцишин А. В. / За ред. М. П. Шишкіної. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 118 с. DOI 10.33407/LIB.NAES.ID/EPRINT/743998
2. Використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти : метод. рекомендації. / Коваленко В. В., Мар'єнко М. В. / За ред. В. В. Коваленко, М. В. Мар'єнко. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 71 с. DOI: 10.33407/lib.NAES.id/eprint/743886
3. Використання засобів і сервісів штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів : препринт (аналітичні матеріали) / Барладим В. М., Бруяка А. В., Бугасенко 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., Яцишин А. В. / За ред. М. П. Шишкіної. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 96 с. DOI: 10.33407/LIB.NAES.ID/EPRINT/744000
4. Коваленко В. В. Рекомендації щодо використання сервісів штучного інтелекту Google Cloud для професійного розвитку педагогічних кадрів. *Науковий журнал «Інноваційна педагогіка»*, № 81, Т. 2 2025. С. 171-175. DOI: 10.32782/26636085/2025/81.2.34
5. Коваленко В. В., Яцишин А. В. Використання сервісів штучного інтелекту для створення мультимедійних презентацій в освіті і наукових дослідженнях. *Щоквартальний науково-методичний журнал «Освіта та розвиток обдарованої особистості»* № 1(96), 2025. С. 17-25. DOI: 10.63437/2309-3935-2025-1(96)-03
6. Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні : Кабінету Міністрів України від 02.12.2020 №1556-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-p> (дата звернення: 08.11.2025).
7. Проєкт інструктивно-методичних рекомендацій щодо запровадження та використання технологій штучного інтелекту в закладах загальної середньої освіти. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/news/2024/05/21/Instruktyvno-metodychni.rekomendatsiyi.shchodo.SHI.v.ZZSO-22.05.2024.pdf> (дата звернення: 11.11.2025)
8. Як учителям підвищити цифрові компетентності? Нова українська школа 21.09.2021. URL: <https://nus.org.ua/2021/09/21/yak-uchytelyam-pidvyshhyty-tsyfrovi-kompetentnosti/> (дата звернення: 10.11.2025).

References:

1. Hrybiuk, O. O., Dziuba, S. M., Kovalenko, V. V., Marienko, M. V., Osadchy, V. V., Semerikov, S. O., et al. (2024). *Vykorystannia vidkrytoho osvithnoho seredovyscha z elementamy shtuchnoho intelektu dlia profesiinoho rozvytku vchyteliv: Metodychni rekomendatsii* [Use of an Open Educational Environment with Artificial Intelligence Elements for the Professional Development of Teachers: Methodological Recommendations] (M. P. Shyshkina, red.). ITsO NAPN Ukraine. DOI: <https://doi.org/10.33407/lib.naes.id/eprint/743998> [in Ukrainian].
2. Kovalenko, V. V., & Marienko, M. V. (2024). *Vykorystannia vchyteliamy servisiv shtuchnoho intelektu u navchanni pryrodnycho-matematychnykh predmetiv u zakladyakh zahalnoi serednoi osvity: Metodychni rekomendatsii* [Use of Artificial Intelligence Services by Teachers in Teaching Natural Science and Mathematics Subjects in General Secondary Education Institutions: Methodological Recommendations] (V. V. Kovalenko & M. V. Marienko, red.). ITsO NAPN Ukraine. DOI: <https://doi.org/10.33407/lib.naes.id/eprint/743886> [in Ukrainian].
3. Barladym, V. M., Bruia, A. V., Buhaienko, M. A., Hrybiuk, O. O., Kovalenko, V. V., Marienko, M. V., et al. (2024). *Vykorystannia zasobiv i servisiv shtuchnoho intelektu dlia profesiinoho rozvytku pedahohichnykh kadrov: Preprynt (analitychni materialy)* [Use of Artificial Intelligence Tools and Services for the Professional Development of Teaching Staff:

Preprint (Analytical Materials)] (M. P. Shyshkina, red.). ITsO NAPN Ukrainy. DOI: <https://doi.org/10.33407/lib.naes.id/eprint/744000> [in Ukrainian].

4. Kovalenko, V. V. (2025). Rekomendatsii shchodo vykorystannia servisiv shtuchnoho intelektu Google Cloud dlia profesiinoho rozvytku pedahohichnykh kadriv. [Recommendations on the Use of Google Cloud Artificial Intelligence Services for the Professional Development of Teaching Staff]. *Innovatsiina pedahohika*, (81), 2, 171-175. DOI: <https://doi.org/10.32782/26636085/2025/81.2.34> [in Ukrainian].

5. Kovalenko, V. V., & Yatsyshyn, A. V. (2025). Vykorystannia servisiv shtuchnoho intelektu dlia stvorennia multymediinykh prezentatsii v osviti i naukovykh doslidzhenniakh [Use of Artificial Intelligence Services for Creating Multimedia Presentations in Education and Scientific Research]. *Osvita ta rozvytok obdarovanoi osobystosti*, (1(96)), 17-25. DOI: [https://doi.org/10.63437/2309-3935-2025-1\(96\)-03](https://doi.org/10.63437/2309-3935-2025-1(96)-03) [in Ukrainian].

6. Kabinet Ministriv Ukrainy. (2020, December 2). Kontseptsiiia rozvytku shtuchnoho intelektu v Ukraini [Concept for the development of artificial intelligence in Ukraine] : Rozporiadzhennia vid 02.12.2020 №1556-r. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-r> [in Ukrainian].

7. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. (2024). Proiekt instruktyvno-metodychnykh rekomendatsii shchodo zaprovadzhennia ta vykorystannia tekhnolohii shtuchnoho intelektu v zakladyakh zahalnoi serednoi osvity [Draft Instructional and Methodological Recommendations on the Implementation and Use of Artificial Intelligence Technologies in General Secondary Education Institutions]. Retrieved from <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/news/2024/05/21/-Instruktyvno.-metodychni.rekomendatsiyi.shchodo.SHI.v.ZZSO-22.05.2024.pdf> [in Ukrainian].

8. Nova ukrainska shkola. (2021, September 21). Yak uchyteliam pidvyshchyty tsyfrovi kompetentnosti? [How Can Teachers Improve Their Digital Competencies?]. Retrieved from <https://nus.org.ua/2021/09/21/yak-uchytelyam-pidvyshhyty-tsyfrovi-kompetentnosti/> [in Ukrainian].