

# ФОРМИ І МЕТОДИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ПЕДАГОГІЧНИХ КАДРІВ: ДИДАКТИЧНІ ТА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДНИЦЬКОГО НАВЧАННЯ

## FORMS AND METHODS OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES FOR THE PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF TEACHERS: DIDACTIC AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS OF RESEARCH-BASED LEARNING

У дослідженні наводяться дидактичні та психофізіологічні аспекти використання технологій штучного інтелекту (ШІ) в процесі дослідницького навчання, аналізуються відповідні методи і форми використання технологій ШІ для професійного розвитку педагогів, відповідні фактори і показники впливу. Мета дослідження полягає у виявленні дидактичного потенціалу віртуального освітнього середовища та досягненні ґрунтовного розуміння феномена психофізіологічного впливу ШІ в процесі дослідницького навчання. Для досягнення завдань дослідження використовуються експериментальні майданчики «Clever: School of Natural and Mathematical Sciences». Розроблено класифікацію сервісів ШІ у рамках експериментального дослідження, відповідно, здійснено порівняльну характеристику з урахуванням особливостей використання ШІ у процесі дослідницького навчання. Встановлено необхідність добору ШІ для підвищення мотивації і рівня інтелектуального розвитку дітей, що призводить до підвищення ефективності навчання. Результати виявилися значущими на рівні достовірності  $p \leq 0,005$ . Отримані в процесі експериментального дослідження дані використовувалися для здійснення аналізу компонентів КОМСДН у процесі дослідницького навчання. **Ключові слова:** дослідницьке навчання, штучний інтелект, дослідницька задача, комп'ютерно орієнтована методична система дослідницького навчання, КОМСДН, когнітивний розвиток, глибоке навчання, математичне моделювання.

The study presents the didactic and psychophysiological aspects of the use of artificial intelligence (AI) technologies in the process of research training, analyses the appropriate methods and forms of using AI technologies for the professional development of teachers, and identifies relevant factors and indicators of influence. The purpose of the study is to identify the didactic potential of the virtual educational environment and to achieve a thorough understanding of the phenomenon of psychophysiological impact of AI in the virtual educational environment in the process of experiential learning. In order to achieve the objectives of the study, the experimental platforms "Clever: School of Natural and Mathematical Sciences" were employed. The classification of AI in the framework of the experimental study was developed, and accordingly, a comparative characterisation was carried out, taking into account the peculiarities of using AI in the process of research training. The necessity of selecting AI to increase the motivation and level of intellectual development of children, which leads to an increase in the efficiency of learning, has been established. The results were found to be statistically significant at the level of reliability ( $p \leq 0,005$ ). The data obtained in the course of the experimental study were used to analyse the most relevant components of the COMSRL in the process of pupils' research learning.

**Key words:** research teaching, artificial intelligence, research task, computer-oriented methodological system of research teaching, COMSRL, AI, cognitive development, deep learning, mathematical modelling.

УДК 373.5:5]:004.8  
DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5208.2024.60.9>

**Гриб'юк О.О.**

к. пед. н., доцент,  
старший дослідник, п.н.с.  
Інститут цифровізації освіти  
Національної академії педагогічних  
наук України

**Вступ.** Стрімкі зміни в суспільстві, зумовлені розвитком інформаційно-когнітивних технологій (ІКТ), ставлять перед системою освіти завдання формування нового освітнього середовища (ОС) для забезпечення якісної підготовки сучасних фахівців. ОС є системою психолого-педагогічних умов і впливів, які утворюють можливість для розкриття здібностей і особистісних особливостей суб'єктів, у тому числі й тих, які ще не виявилися [1]. Різні аспекти проблеми ОС представлені у психолого-педагогічних дослідженнях, як класичних (Я.А. Коменський, Д.Ж. Локк, Ж.Ж. Руссо, І.Г. Песталоцці та ін.), так і сучасних (С. Дерябо, В. Орлова, В. Ясвін та ін.).

Розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ) та їх широке застосування в освітній практиці зробило актуальною проблематику взаємодії закритих освітніх систем і соціального оточення [3]. Ця обставина відображена в розвитку філо-

софського дискурсу про віртуальну реальність (А. Бюль, М. Вейнштейн, Д. Ланье, А. Крокер); у застосуванні ІКТ в освіті та організації систем відкритого та дистанційного навчання (А.П. Єршов, В.П. Зінченко, М.М. Моїсєєв, В.М. Монахов, М.П. Лапчик, В.Ю. Биков, В.М. Глушков, М.І. Жалдак, В.С. Михалевич, Ю.І. Машбиць та ін.). У цих роботах розкриваються можливості, пов'язані із застосуванням ІКТ і практичного втілення особистісно орієнтованої освітньої парадигми [1].

Розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ) і вдосконалення алгоритмів машинного навчання сприяє зростанню обґрунтованого побоювання за майбутнє людства [3]. Однак не варто хвилюватися, оскільки завдяки мисленнєвій діяльності та функціональній активності мозку людина випереджає «штучний інтелект». Термін «штучний інтелект» у дослідженнях використовується виключно у мета-

форичному контексті, хоча нерідко трапляються некоректні тлумачення про «розумні», «мислячі» машини. Усі існуючі системи штучного інтелекту орієнтуються на знання, тому подальший розвиток ШІ сприятиме розвитку численних теоретичних проблем: *представлення знань, комп'ютерної логіки та комп'ютерної лінгвістики*.

Актуальності набуває завдання науково обґрунтованого визначення віртуального ОС та конкретизації шляхів, що уможливають ефективне використання ШІ в освітніх системах. Одним із таких шляхів є створення віртуального ОС КОМСДН – відкритої системи, в рамках якої на основі застосування технологій ШІ та віртуальної реальності забезпечується ефективне інтерактивне самонавчання в освітньому процесі [4].

Безперечно, віртуальне освітнє середовище є соціокультурним феноменом реальної дійсності, але його дидактичний потенціал залишається недостатньо розкритим, оскільки наявні протиріччя між потребами освітньої практики в ефективному освітньому середовищі і станом наукового знання про них. Важливою проблемою є розроблення моделі віртуального ОС КОМСДН і визначення шляхів оптимального застосування технологій ШІ в освіті [5].

*Мета експериментального дослідження* полягає у виявленні дидактичного потенціалу віртуального ОС КОМСДН і досягненні ґрунтовного розуміння феномена психофізіологічного впливу ШІ у віртуальному ОС в процесі дослідницького навчання у контексті професійного розвитку педагогів.

Важливим компонентом системи дослідницького навчання є обмежене в часі навчальне заняття, у рамках якого вирішується конкретне педагогічне завдання. Розрізняють різноманітні форми занять, призначення кожної з яких визначається пріоритетними видами навчально-пізнавальної діяльності учнів і їх комбінуванням, характером керівництва такою діяльністю з боку вчителя, рівнем самостійності дітей, специфічністю використовуваних засобів навчання.

*Виклад основного матеріалу.* Освітній процес неможливий без педагогічно виваженого і методично вмотивованого використання усіх форм навчальних занять, використання не епізодичного, а в раціональній системі, що конструюється залежно від конкретних факторів і умов [6]. Урок має обмежені педагогічні можливості та не вирішує весь комплекс завдань, що стоять перед суспільством у контексті дослідницького навчання, виховання і розвитку особистості учня на сучасному етапі. Нижче виокремлено вимоги щодо проведення уроку, що враховуються під час підготовки вчителями [7].

1. Педагогічний процес на уроці повинен організовуватися з урахуванням системи дидактичних принципів педагогіки та відповідати сучасним досягненням педагогічної науки і практики.

2. Урок потрібно цілеспрямувати, передбачивши вирішення чітко виокремлених навчальних (засвоєння нових знань, формування вмінь), розвивальних (формування прийомів розумової діяльності, розвиток творчого мислення) і виховних (формування якостей особистості учня) цілей. Логічна побудова уроку повинна здійснюватися задля досягнення прописаної мети.

3. Забезпечити чіткість структури, ґрунтовність використовуваних методів і засобів навчання, їх відповідність цілям уроку, характеру навчального матеріалу, рівню інтелектуального розвитку учнів.

4. На уроці потрібно забезпечити оперативний зворотний зв'язок з метою забезпечення вчителем співвідношення запланованих результатів навчання з реальними. Доцільно систематично здійснювати коригування навчального заняття з урахуванням реальної ситуації на уроці та створити атмосферу доброзичливості, співпраці та взаємної підтримки всіх учасників освітнього процесу, що супроводжується розумною вимогливістю і відповідальністю кожного за результати своєї роботи.

Ефективність уроку зумовлюється чіткістю його планування. Йдеться про окремий урок і систему уроків, розроблену в рамках навчальної теми. Структуроване тематичне планування допомагає охопити логічно завершений відрізок процесу дослідницького навчання предмета, конкретно визначити завдання і раціонально побудувати вивчення матеріалу.

Плануючи вивчення теми, доцільно виокремити мету навчання, типи уроків та інші форми навчальних занять з урахуванням тієї послідовності, яка використовуватиметься у процесі навчання, обсяг навчального матеріалу на кожному уроці, основні форми роботи вчителя і учнів. При цьому рекомендується використовувати загальну структуру вивчення теми з урахуванням мотиваційного, пізнавального та рефлексивно-оцінювального етапів.

На підставі результатів експериментального дослідження [1] можна зробити висновок, що 87 % учнів засвоюють навчальний матеріал на репродуктивному рівні, тобто на рівні елементарного відтворення, саме тому важливою вимогою до уроку є забезпечення умов для досягнення творчого рівня засвоєння і використання здобутих знань. Визначальну роль при цьому відіграють методи дослідницького навчання, які зумовлюють характер спільної діяльності на уроці вчителя і учнів для досягнення сформованих цілей. Йдеться про раціональне

використання всього арсеналу методів дослідницького навчання і методично вмотивований добір з урахуванням конкретних умов навчання: *характеру навчального матеріалу, мети і завдань уроку, реальних навчальних можливостей учнів, майстерності вчителя і зовнішніх факторів впливу на навчання* [8].

У ході дослідження виявлено дидактичний потенціал технологій ШІ і віртуальної реальності. Це визначається активним залученням користувача до взаємодії з використанням комп'ютера, що надає можливості тілесної репрезентації в штучних світах; породженням віртуальних образів у свідомості людини, що надає можливість педагогу працювати з «глибокими» психічними реальностями; засобом спілкування, особливо у процесі передавання повідомлень, коли словесний опис загальної структури є недостатнім; засобом для імітації середовища з метою відпрацювання умінь і навичок; обґрунтуванням відображення причинно-наслідкових зв'язків функціонування об'єктів у віртуальних моделях [9]; можливістю здійснювати взаємодію з об'єктами або процесами, що знаходять своє відображення на екрані, оскільки реалізація їх у реальності неможлива.

Для «штучного інтелекту» засвоєння абстрактних понять є непосильним випробуванням. Будь-які зміни зовнішніх характеристик об'єкта можуть призвести до хибної ідентифікації. Саме тому в процесі розроблення сайтів передбачається використання капчі – послідовності літер і цифр – для верифікації результатів дослідження. Людина зможе розрізнити обриси замаскованого символу і правильно вписати його у відповідне поле, а для машини найменше відхилення від початково запрограмованого образу літери/цифри створює непереборну перешкоду в процесі ідентифікації.

Люди, на відміну від машин, охоче взаємодіють один з одним шляхом поширення різноманітних повідомлень. У результаті усвідомленого промовляння у процесі науціння, по-перше, покращується власне розуміння концепції. По-друге, інша людина отримує нові відомості, які нею використовуються у практичній діяльності.

ШІ вчиться шляхом багаторівневої рефлексії – звернення до своїх помилок і вдаль спроб із багаторазовим циклічним повторенням. Наприклад, ШІ коригує і розвиває встановлений алгоритм за умови, якщо знаходить помилки під час апробації, але не може ділитися отриманими відомостями з іншими пристроями, діючи індивідуалістично.

Науціння через опрацювання навчального матеріалу. Для ШІ недостатньо обмеженої порції відомостей: потрібен величезний масив даних і тривалий час для того, щоб машина

опанувала мінімальні базові мовні навички. ШІ опрацьовує багато інформації і витягує з неї мало користі, натомість людський мозок уміє добирати максимум із відповідного мінімуму повідомлення.

*Систематизація отриманих знань про навколишній світ.* Людина здатна систематизувати розрізнені абстрактні явища навколишнього світу, відповідно виокремити закономірність, вивести загальний принцип, впорядкувати послідовності, описати фізичне явище за допомогою абстрактних систем знаків – математичних формул, моделей, зібравши їх в упорядковані системи за певною ознакою. Для машинних алгоритмів не доступний глибинний аналіз даних, не властиве прагнення до систематизації, вироблення універсальних принципів.

*Ефективне засвоєння знань.* Знаючи загальні граматичні правила, характерні для конкретної мови, людина може змінити форму слова, з контексту речення та інтонації вгадати його зміст і за декілька хвилин використати у процесі спілкування. Здатність миттєво впроваджувати нову інформацію в наявну систему знань – *слабке місце ШІ і безсумнівна перевага людського мозку.* Розробники систем глибокого навчання працюють над усуненням недосконалостей штучних нейронних мереж, наближаючи окремі здібності до рівня людського мозку – унікальної системи практично невичерпного потенціалу.

У процесі побудови *індивідуальних траєкторій дослідницького навчання і здійснення аналізу ефективності плану уроку* використовуються алгоритми ШІ, в основі яких лежать *логіки різного рівня складності.* У межах експериментального дослідження [10] отримано перші результати в контексті моделювання творчої діяльності людини. Нижче наведено лише окремі перелік: *дослідницькі завдання* (в т. ч. ігрові завдання); *доведення теорем і автоматичний синтез проблем; створення орнаментів* (у т. ч. фрактали); *синтез музичних творів; синтез літературних творів* (у т. ч. казкотерапія); *аналіз і синтез текстів і мови людини, їх автоматичний переклад; імітація мовлення людини* (моделювання мислення історичних постатей).

Заздалегідь навчені нейромережі [11] створюються для розв'язування дослідницьких завдань із використанням великих масивів даних. Такі нейромережі можуть, наприклад, відповідати за автоматичне розуміння мови або за розпізнавання емоцій на обличчях учнів/студентів. Йдеться про моделі *Opensource (GPT-3, BERT).* *Нейромережі тіньового глибокого навчання* додатково навчають із використанням менших масивів даних, спеціалізуючи для здійснення перевірки відкритих завдань навчального курсу. Дотепер основний спектр

застосування технологій ШІ в освіті є *Data Science*. Йдеться про те, яким чином на основі даних сформулювати гіпотезу, після чого її перевірити і на основі перевіреної сформулювати конкретні висновки.

Технології ШІ використовуються у процесі *добору команд і здійснення діагностики комунікативних навичок членів команди*. Добір команд із використанням технологій штучного інтелекту реалізовували в рамках акселератора «Clever: School of Natural and Mathematical Sciences» [12]: учасники команди добиралися таким чином, щоб вони потенційно могли створювати освітні продукти. Використовувалися дані попередньої діагностики учасників на підставі виокремлених параметрів (*синергетичне поєднання знань, ролей, особистісних якостей, цінностей та інтересів*) добору членів команди для вирішення дослідницьких завдань. Такий підхід забезпечив якісне компонування ефективних команд, де учні/студенти розуміють і підсилюють один одного задля підвищення ефективності дослідницького навчання в акселераторі. Здійснювалося систематичне спостереження за командами, аналізувався цифровий слід їхньої взаємодії, в тому числі з освітнім контентом [13]. Особливо важливим такий підхід є в процесі дослідницького навчання, адже там ефективність міряється параметрично з фіксацією витраченого часу. Діагностика комунікативних навичок з використанням ШІ здійснювалася в процесі дослідницького навчання учнів і розвитку професійної майстерності педагогів, наприклад під час дослідницького проєкту, де на підставі аудіозапису віртуальної зустрічі можна виміряти комунікативні навички учасників. Із використанням технологій ШІ вдалося проаналізувати, наскільки складно, зв'язно говорить людина, чи урізноманітнена її мова, скільки в ній «шуму» [1]. Це дає змогу визначити критерії розвинених комунікативних навичок і ознаки типових проблем. Пропонований аналіз використовується у процесі діагностики комунікативних навичок учнів/студентів, добору індивідуального плану розвитку або оцінювання ефективності дослідницького навчання шляхом порівняння показників до і після експерименту.

Рекомендується використання технологій ШІ в процесі *оцінювання результатів навчання*. Наприклад, під час розроблення завдань і перевірки відкритих відповідей використовувалися два типи ШІ. *Прості алгоритми* допомагають *генерувати завдання для здійснення перевірки розуміння мовних правил*. Наприклад, добір літер, що позначають приголосні звуки (дзвінки чи глухі) із кількох запропонованих варіантів. Такий спосіб створення завдань для перевірочних робіт підходить для ситуацій, де є зрозумілий перелік мовних правил, який можна описати з використанням сервісів ШІ.

*Додатково навчені нейромережі* здатні генерувати завдання, що перевіряють мовну грамотність і визначають рівень розуміння тексту, наприклад, у процесі впорядкування переплутаних речень у тексті або добору відповідних фраз із метою заповнення прогалин у реченні. Шляхом удосконалення мовної моделі CleverGPT, попередньо навчену на мовному корпусі, неспецифічному для конкретного віку, теми, і використовуються алгоритми машинного навчання [1] на меншому обсязі даних, щоб модель змогла створювати завдання з мови та літератури для школярів.

Безперечно, технології ШІ доцільно використовувати з урахуванням психометричних рекомендацій для здійснення перевірки завдань із відкритими відповідями або есе задля уникнення проблем суб'єктивності, індивідуальних спотворень тих, хто перевіряє роботи [14].

Психометричні принципи, що враховуються фахівцями в процесі роботи з людьми, ефективно застосовуються під час навчання нейромереж [15]. Дотепер уже створено застосунки (!), здатні перевіряти есе англійською мовою ефективніше за вчителя. Наприклад, вчені з Гарварду розробили нейромережу для аналізу постів у соцмережах і пошуку в них хейтспічу. Під час додаткового навчання моделі застосовувалися принципи розроблення рубрикаторів оцінювання для експертів. У процесі пошуку неприйнятних коментарів нейромережа показала кращі результати, ніж люди-модератори і відповідна нейромережа Google, навчена на класичних принципах Data Science. Технології ШІ ефективно використовуються у навчальній аналітиці, допомагаючи вчителям оцінити, скільки часу учні витрачають на окрему активність у класі / вдома. Педагоги можуть використовувати цей прогноз для планування уроків, для здійснення контролю, наприклад, міряючи ефективність навчання учнів за навчальним планом. Завдяки використанню технологій ШІ здійснюється аналіз даних про те, який відсоток завдань виконано правильно, яка середня швидкість їхнього виконання, надається статистика помилкових відповідей учнів. У результаті ШІ формується звіт про те, які завдання складені з помилками, некоректні для сприйняття учнів/студентів. Забезпечення зворотного зв'язку необхідне для того, щоб з'ясувати, який навчальний матеріал після кожного модуля засвоює учень/студент і яким чином здобуті знання планує застосовувати. Завдяки використанню ШІ з'явилася можливість зібрати масив даних за цими цифровими рефлексіями учнів/студентів, відсіяти відповіді-похибки, наприклад такі варіанти, де користувач замість свого відгуку просто скопіював і вставив опис курсу, надіслав безглуздий набір символів. Можна здійс-

нити аналіз інформативності рефлексії, оцінюючи, наскільки багато слів і словосполучень пов'язаних із тематикою курсу, зберігається в цифровій рефлексії після навчання з використанням нейросемантичної мережі.

Безперечно, конспект лекції можна організувати на базі *моделей Opensource*. З використанням застосунків ШІ передбачається проходження двох етапів: спочатку людська мова перекладається у стенограму за допомогою моделі *Speech to text*, потім за допомогою *мовних моделей BERT* зі стенограми виокремлюють речення, що найкраще репрезентують текст лекції. Такий підхід ефективно використовується методистами для автоматизації курсу шляхом створення пам'яток для учнів/студентів із використанням *системи адаптивного навчання*, де спочатку спрямовується діяльність учня, а потім поступово забезпечується можливість розвиватися самостійно.

*Системи адаптивного навчання* функціонують завдяки накопиченню великих наборів даних про особливості навчання школярів. Наприклад, про швидкість проходження відеоуроків, про допущені помилки під час виконання «інтерактивних» завдань, про особливості «взаємодії» учнів/студентів із системою (використання додаткових матеріалів) [16]. ШІ здатен розпізнати, коли у школяра починаються проблеми з тим чи іншим модулем, і вчасно запропонувати йому допомогу. Може бути запропонований додатковий матеріал з потрібної теми, спрощений трек або повторення раніше вивченої теми, яка впливає на розуміння поточної. Технологія ШІ здійснює порівняння цифрового сліду навчання конкретної дитини і десятків тисяч інших, що зберігаються в базі даних, що допомагає понад 77% школярам успішно завершувати розпочатий навчальний блок і здійснювати дослідницьке навчання з урахуванням індивідуальних потреб.

Набори даних є одним із критеріїв доцільності використання ШІ. Класичні мовні моделі (*BERT, GPT-3*) навчаються на петабайтах або сотнях гігабайтів даних, однак додаткове навчання *Opensource* нейромережі під конкретну дослідницьку задачу виконується також із використанням менших наборів даних (*на датасеті, що містить 13-17 тисяч прикладів*). Хибною є думка про те, що впровадж одного-двох років після впровадження в проєкт ШІ можна чекати на проривне зростання. ШІ в освіті одразу результатів не дає. Не буде одразу менше роботи, тому що потрібно буде зібрати дані, правильно їх розмітити, щоб *навчити систему*, і вона вже згодом пропонуватиме необхідні результати вчителям, учням, студентам.

Безперечно, зміст дослідницького навчання поглиблюється шляхом використання різноманітних дослідницьких задач, завдяки

яким в учнів формуються прийоми та уточнюються методи [17]. *Дослідницька задача* – це нестандартна задача, в процесі розв'язування якої припускається самостійне формулювання способу її розв'язування, під час вирішення якої учень потрапляє в ситуацію, де він повинен виявити власну науково-дослідницьку позицію. У процесі розв'язування дослідницьких задач та їх систем здійснюється становлення інтелектуальної та науково-дослідницької діяльності.

Закономірності навчання, закони і принципи навчання – основні елементи дидактики як науки. На рис. зображено не лише відображення взаємозв'язків між дидактичними елементами, а й *модель педагогічної діяльності вчителя-дослідника*. Нова педагогічна діяльність знову перетворюється на об'єкт вивчення: спостереження, описів, теоретичного аналізу, в результаті якого виявляються нові закономірності, формулюються нові принципи, розробляються рекомендації, створюються нові проєкти. З метою удосконалення різноманітних дидактичних закономірностей створюються їх класифікації з урахуванням, наприклад, зовнішніх і внутрішніх закономірностей [18], в т. ч. *дидактичних, гносеологічних, психологічних, соціологічних, організаційних закономірностей навчання* тощо.

Пропонується класифікація закономірностей навчання, в основу якої покладено дидактичні компоненти: *мету, зміст, технології, форми і методи, засоби, системи контролю і оцінювання результатів навчання* [19].

З урахуванням *рекомендацій щодо використання штучного інтелекту в освіті* методистам, педагогам рекомендується систематично перевіряти та верифікувати сервіси ШІ, закладаючи в проєкті відповідний час, адаптуючи набори даних, математичні моделі в процесі проєктування, розроблення і дослідницького навчання. Використання сервісів ШІ потрібне там, де можна побачити і зрозуміти, яким чином ухвалюється конкретне рішення, в тому числі з дотриманням *принципів етичності та прозорості*. Адже в освітніх проєктах, особливо орієнтованих на дітей і підлітків, помилки або неправильне трактування даних можуть призвести до серйозних наслідків. Якщо технологія ШІ інтегрується висококваліфікованими методистами, відповідне використання може підвищити доступність і якість освіти там, де відсутній доступ до вчителя. Соціальна взаємодія та майстерність педагога – важливі чинники забезпечення якісної освіти, тому ШІ потрібно розглядати в контексті *помічника, не підмінюючи вчителя*.

Дотепер цифровізація освіти затребувана, однак часто відбувається підміна понять і дидактичне призначення [20]. Йдеться про забезпечення можливостей для реалізації

інтелектуального потенціалу учнів/студентів у процесі дослідницького навчання.

У рамках експериментального дослідження [1] здійснено апробацію різноманітних платформ, сервісів, що працюють на основі ШІ, в процесі дослідницького навчання та учіння. Результати виявилися значущими на рівні достовірності  $p \leq 0,005$ . Нейромережі перетворилися на асистентів у процесі написання творчих робіт, переказів і різноманітних академічних текстів, вони не просто генерують роботи за допомогою *ChatGPT*, а навчають письму, створюючи ґрунтовне текстове повідомлення.

Нижче наводяться інструменти генеративного ШІ, рекомендовані для використання методистам, педагогам (див. Таблицю 1).

Наприклад, програма *Writefull* вбудовується просто у *Word* (можна також завантажити документ у веб-версію *Writefull*) і не лише перевіряє текст на наявність лінгвістичної помилки, друкарської помилки та повторень, а й допомагає в процесі формулювання тексту у покращенні точності та академічності. З використанням застосунку здійснювалося структурування тексту, перефразування окремих речень і формулювання відповідних заголовків з одночасною верифікацією термінологічного апарату з використанням бази наукових робіт.

Окрім перевірки на грамотність і уточнення стилістики, з використанням *Packback Deep Dives* здійснювалося оцінювання достовірності використаних джерел і розпізнавання тексту, згенерованого ШІ. У рамках дослідницької

Таблиця 1

**Організація дослідницького навчання з використанням сервісів ШІ**

Назва ШІ		Характеристика сервісів ШІ
CopyMonkey <a href="https://www.copymonkey.app/">https://www.copymonkey.app/</a>	для роботи з текстом	Можна згенерувати текст під різні запити: для SEO-статей, поста в блозі, опису товару, розсилки або сайту.
Fusion Brain <a href="https://fusionbrain.ai/">https://fusionbrain.ai/</a>	для генерації фото та відео	Можна створювати не лише ілюстрації в різних стилях, а й анімацію. Усе дуже просто: пишете текстовий опис і протягом 3 хвилин отримуєте готове фото або відео.
Gamma <a href="https://gamma.app/?lng=en">https://gamma.app/?lng=en</a>	для створення презентацій.	Нейромережа допоможе написати ґрунтовну структуру презентації, добере стиль і згенерує зображення.
GraphMaker <a href="https://www.graphmaker.ai/">https://www.graphmaker.ai/</a>	для створення графіків і чартів.	Використовується інтеграція даних з таблиць Google, завантажених з комп'ютера? Можливий варіант – добір даних безпосередньо в нейромережі.
Perplexity <a href="https://www.perplexity.ai/">https://www.perplexity.ai/</a>	ознайомлення з матеріалом – створення висновків	Працює як короткий переказ, який ми читали в школі перед уроком літератури. Детального опису не зробить, але все найнеобхідніше надасть.
Synthesia <a href="https://www.synthesia.io/">https://www.synthesia.io/</a>	підготовка відео на основі текстового повідомлення	Вводите текст – нейромережа робить відео, де аватар озвучує цей текст. Може знадобитися, якщо ви хочете зробити відеоматеріал, але організувати зйомку спікера можливості немає. Можна вибрати будь-якого зі 140 аватарів і озвучити текст 120 мовами.
Turbo Check <a href="https://turbocheck.ru/">https://turbocheck.ru/</a>	для перевірки матеріалу на антиплагіат	Допоможе не тільки перевірити текст, а й прибрати важкі для сприйняття фрази, перевірить простоту мови і навіть визначить рівень позитивності.

роботи педагоги могли запропонувати свої критерії оцінювання письмових робіт, а *Deep Dives* врахував їх під час аналізу текстів. Сервіс *Skygrammar* дотепер розробляється *Skyeng*. Нейромережа розпізнає помилки у творах, написаних англійською мовою, і допомагає педагогам здійснювати оцінювання.

*Packback Questions* – платформа для організації і модерації онлайн-дискусій, представлена у вигляді дошки ШІ для спільної роботи учнів/студентів і вчителів. Із використанням віртуального майданчика учні формулюють запитання для обговорення, а ШІ асистент фільтрує запитання і пропонує покращення формулювань. Після публікації запитання інші учні/студенти можуть на нього відповісти

і залишати коментарі до відповідей, фіксуючи їх як аргументи «за»/«проти». Такі повідомлення теж проходять модерацію з використанням ШІ, а педагог організовує індивідуальний зворотний зв'язок (можливі два варіанти – публічне та особисте повідомлення).

У рамках експериментального дослідження [1] сервіси ШІ використовуються для створення навчальних курсів у різних форматах (див. Таблицю 2).

Наприклад, у сервісах, створених на основі *мовної моделі GPT*, достатньо прописати тему, запропонувавши кілька уточнюючих параметрів, і віртуальний помічник добере відповідний навчальний контент і запропонує шаблон текстового курсу. Користувач має можливість

Таблиця 2

**Порівняльна характеристика сервісів ШІ в умовах дослідницького навчання**

Сервіс ШІ	Характеристика сервісу ШІ	
Інструменти для педагогів		
Gamma	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	Створює презентації, документи та веб-сторінки. Ви також можете легко виправити те, що вже було створено штучним інтелектом за допомогою вбудованого редактора, залучити для цих цілей чат-бота.
Twee	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	Допоможе скласти план уроку для вчителів англійської мови. Система генерує запитання, діалоги, історії, листи, статті, запитання з множинним вибором і багато іншого всього за кілька секунд.
Edpuzzle	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	Зробіть будь-яке відео своїм уроком. Виберіть відео, і воно перетвориться на захопливі завдання для ваших учнів.
Nolej	платна версія, але є можливість скористатися 10-денним пробним періодом; потрібна реєстрація	Дає змогу користувачам завантажувати тексти, відео, аудіо, посилання на YouTube, сторінки веб-сайтів і за допомогою штучного інтелекту аналізувати контент та генерувати інтерактивні завдання на їхній основі.
Teachology.ai	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	Дає змогу планувати уроки/лекції/семінари і навіть курси. Система сама знаходить відповідне аудіо або відео для супроводу уроку, створює тести і допомагає оцінити роботу студентів

відредагувати згенерований курс, додавши відповідні зображення, відеоролики, і поділитися посиланням, при цьому використовуючи самостійно створений курс, або заповнити контентом один із запропонованих шаблонів. Так, *Mini Course Generator* створює міні-курси у вигляді карток, адаптованих для перегляду на смартфоні.

З використанням застосунку *CourseAI* здійснювалася верстка структурованих курсів-лонгрідів, які складаються з кількох модулів, практичної частини, де користувачам пропонується, наприклад, написати есе, виступити з доповіддю, організувати дискусію за темою. Забезпечено можливість надати доступ до навчального курсу за посиланням і завантажити його у форматі *Scorm*. У процесі дослідницького навчання математики використовуються цифрові рішення з використанням сервісів ШІ. Наприклад, йдеться про *цифрові платформи для здійснення адаптивного навчання*, з використанням яких з'являється можливість для дорослої [22], [23] людини персоналізовано навчатися, отримуючи ґрунтовний аналіз результатів навчання і вказівку на конкретні помилки з добором типових завдань, необхідних для корекції знань завдання. Наприклад, за допомогою застосунку *Mathpid* можна спочатку пройти невеликий тест і *на підставі його результатів скласти індивідуальний план занять у форматі мікронавчання*. Користуватися застосунком можуть люди різного віку. Наприклад, дошкільнята – для навчання рахувати; учні – в процесі дослідження нерівностей і тригонометричних функцій, стереометричних фігур тощо: демонструються приклади розв'язань, здійснюється перевірка виконаних

вправ з можливістю забезпечення ґрунтовного зворотного зв'язку. Можна відсканувати математичну задачу з підручника, написати її на екрані та отримати орієнтовний розв'язок і типові приклади. З метою ефективного засвоєння навчального матеріалу пропонується ігри та дослідницькі завдання. У рамках експериментального дослідження використовується платформа *CleverAI/COMSRL* на основі ШІ, яка надає можливість підготуватися до ЗНО з математики на базовому і профільному рівнях. Забезпечується можливість здійснити аналіз прогресу кожного учня, адаптувати для нього уроки та завдання. На платформі можна створювати домашні завдання та контрольні роботи за обраними темами, а потім отримати звіт про результати роботи.

Із використанням платформи *Aleks* під час дослідницького навчання теж апробувалися сервіси ШІ для адаптації освітньої програми з математики, хімії, фізики, статистики з урахуванням потреб учнів і надолуження наявних прогалин у знаннях. У процесі розроблення дослідницьких завдань типу «Знайди помилку» використовувався генератор завдань *Fact-Check the AI (Packback)*, доступ до якого можна отримати безкоштовно, вказавши електронну пошту. Сервіс на основі *мовної моделі GPT* генерує текст на задану тему та включає до нього фактичні помилки, відмічаючи їх на полях. Такий текст пропонувався учням для пошуку всіх некоректних тверджень та їх виправлення. У процесі експериментальної роботи виявлено недоліки самої нейромережі: вона може не позначити хибні факти або, навпаки, зарахувати правильне твердження як помилку, тому педагогу рекомендується пере-

вірити текст самостійно, перш ніж пропонувати учням.

У рамках експериментального дослідження [1] ефективно використовуються сервіси ШІ з метою розвитку у дітей навичок читання, оскільки один педагог не може приділити достатньо часу та уваги індивідуальному тренуванню кожної дитини, якщо в нього дітей 20-30 у класі. Працюють вони за одним і тим самим принципом: дитина читає вголос запропонований текст, а програма розпізнає її мовлення, а для аналізу й оцінювання правильності, швидкості та ритмічності читання, швидкості візуального розпізнавання слів використовуються сервіси ШІ. Наприклад, сервіс *Dystech* фокусується на діагностиці, допомагаючи вчителю оцінювати, наскільки в дітей розвинуті навички читання, виявляти індивідуальні труднощі, в т. ч. спричинені дислексією, відстежуючи наявний прогрес учнів. Сервіс *Amira Learning* використовується саме для організації тренування швидкості читання, розуміння прочитаного тексту. Якщо в процесі читання дитина припускається помилки, ШІ підбирає для неї відповідну вправу, наприклад, для поліпшення вимови. У результаті вчитель отримує ґрунтовний звіт, де знаходяться дані про успіхи та труднощі учнів. Наприклад, у рамках експериментального дослідження учні за три місяці тренувань у середньому вдвічі підвищили швидкість читання.

У процесі створення тестів і вікторин використовувалися сервіси *Boom* на основі *ChatGPT*, *Kwizie*, які коректно створюють тести. Жодних налаштувань немає, всі тести однакові (3-4 варіанти відповіді, з них потрібно обрати один правильний). Редагування отриманого тесту не передбачається, статистика проходження тестування не аналізується. У сервісі *Kwizie* передбачається можливість створення тестів з урахуванням матеріалів YouTube, статей Вікіпедії, а також можливість завантаження авторських матеріалів. Тести можна організувати у двох режимах: *відкритому*, де учні можуть заздалегідь ознайомитися з навчальним матеріалом, і *закритому* (прочитати навчальний матеріал і подивитися ролик перед проходженням тесту не можна). Для забезпечення проходження тесту одночасно всіма учасниками освітнього процесу передбачається можливість організації синхронної активності. Кожен учасник підключається з використанням унікального коду для можливості відстеження адміністратором не тільки групових результатів, а й індивідуальних. Це дає змогу з'ясувати, які питання викликали найбільші труднощі в конкретних учнів, і потім опрацювати їх.

Завдяки використанню сервісів *Otter.ai*, *Fireflies.ai*, *tl;dv* можна отримати *стенотипу* онлайн-лекції або іншого заняття, яке про-

ходить синхронно, і розіслати її студентам. Така можливість необхідна для повторного опрацювання вивченого матеріалу і швидкого пошуку потрібного фрагмента без необхідності переглядати відеозапис. Автоматичне розшифрування аудіо ефективно використовується методистами під час спілкування з тематичними експертами, наприклад, щоб використовувати текст із вебінару для підготовки звітів, резолюцій. Серед них доцільно виокремити *tl;dv*, який пропонує можливість здійснення необмеженого запису і розшифрування відео/аудіо, а також зручне створення таймкодів із важливими моментами зустрічі, що генерується нейромережею. Сервіс підтримує 30 мов.

У процесі створення плану лекції, академічного тексту або наукової роботи ефективно використовувався сервіс *Talk to Books від Google* з метою добору релевантних цитат із книг за пошуковим запитом. Його база складається з понад 100 000 англомовних видань. Він не тільки передбачає можливість здійснювати пошук конкретних фраз у тексті, а й здійснює аналіз змісту запитів. Результати відфільтровуються з урахуванням стилю, необхідної літератури, однак не передбачено використання фільтрів з урахуванням автора, року видання.

У процесі дослідницького навчання використовуються ігрові симулятори ШІ: наприклад, *Skillgym* пропонує різноманітні сценарії для відпрацювання навичок вирішення проблем, управління конфліктами та налагодження стосунків у команді. *Адаптивна програма навчання* побудована так, щоб заповнювати комунікативні прогалини кожного користувача і закріплювати бажану поведінку, імітуючи участь користувача в реалістичних відео-діалогах, у яких можна розвивати необхідні навички. Ролі співрозмовників виконують актори, які вербально/невербально відтворюють робочі ситуації, а варіативність симуляції забезпечується технологіями ШІ.

У процесі експериментальної роботи ефективно використовувалася електронна бібліотека із застосунком для читання *Bookshelf (VitalSource)* призначена для «перетворення» звичайного електронного підручника на «інтерактивний». У *Bookshelf* зручно писати нотатки, конспекти, передбачається також режим читання із супроводом (можна одночасно читати і слухати текст). Завдяки використанню функції *CoachMe* з'являється можливість зосередження на читанні, запам'ятовуванні прочитаного і повторення вивченого матеріалу шляхом додавання на полях запитань з автоматичною перевіркою відповідей, що верифікуються з використанням алгоритмів ШІ.

У процесі дослідницького навчання використовується віртуальний помічник, створений на основі *ChatGPT (Ivy.ai)*. Бот інтегрується



із сайтом і синхронізує свої дані з опублікованими там відомостями. Користувачі пишуть у чаті запитання, завдяки ШІ бот розуміє зміст питання і дає точні відповіді на основі матеріалів сайту. На підставі аналізу результатів дослідження можна стверджувати, що завдяки використанню ботів Iyui.ai на 17% збільшили кількість користувачів у проєкті, на 27% скоротили кількість дзвінків і відповіли на 3,7 тисяч запитів користувачів.

У рамках експериментального дослідження [1] здійснення аналізу поведінки учнів у мережі Інтернет (у т. ч. повідомлень у соціальних мережах, листування, переглядів на YouTube

тощо) задля профілактики булінгу, схильності до насильства стало можливим завдяки використанню системи *Lightspeed Alert* (Lightspeed Systems). Перевірка авторства різноманітних повідомлень здійснювалася з використанням детекторів (див. Таблицю 3). Результати виявилися значущими на рівні достовірності  $p \leq 0,005$ .

В експериментальному дослідженні пропонуються апробовані сервіси ШІ, що сприятимуть підвищенню мотивації учнів/студентів у процесі дослідницького навчання, відповідно, підвищенню фахового рівня педагогів у контексті удосконалення методики навчання предметів (див. Таблицю 4).

Таблиця 3

**Перевірка авторства створеного тексту з використанням детекторів ШІ**

Правило-орієнтир	Апробовані детектори ШІ
1. Конкретній моделі AI пропонуються завдання, наприклад, GigaChat – написати текст. 2. Отриманий текст завантажується в детектор AI. 3. Отримуються результати. 4. Аналізуються результати.	1. <a href="https://www.zerogpt.com/">https://www.zerogpt.com/</a> 2. <a href="https://aibusted.com/">https://aibusted.com/</a> 3. <a href="https://detecting-ai.com/">https://detecting-ai.com/</a> 4. <a href="https://gptzero.me/">https://gptzero.me/</a> 5. <a href="https://writer.com/ai-content-detector/">https://writer.com/ai-content-detector/</a> 6. <a href="https://crossplag.com/ai-content-detector/">https://crossplag.com/ai-content-detector/</a>

Таблиця 4

**Порівняльна характеристика сервісів ШІ в умовах дослідницького навчання**

Сервіс ШІ	Характеристика сервісу ШІ	
Оптимізація пошуку та аналізу літератури		
Semantic Scholar	ресурс безоплатний, реєстрація дасть доступ до додаткових можливостей	забезпечує надійний пошук наукових статей, створює резюме для наукових публікацій (TLTR)
ASReview	ресурс безкоштовний; не потребує реєстрації; необхідно встановити Python 3.7 або пізнішу його версію	безкоштовне ПЗ: відбирає, аналізує, сортує ресурси на основі історії добору користувача та розміщує їх з урахуванням релевантності – оптимальні опиняються першими в черзі.
Iris.ai	завантажте 10-20 репрезентативних текстів, і він підбере літературу	допомагає аналізувати літературу, створювати анотації та систематизувати інформацію.
Keenious	ресурс безкоштовний; додати до панелі в Microsoft Word, Google Docs	аналізуючи призначену для користувача статтю, рекомендує відповідні дослідницькі роботи та теми дослідження.
Audemic	безкоштовна, платна версії; не потребує реєстрації; у безкоштовній версії кількість статей на місяць обмежена.	дає змогу користувачеві прослуховувати наукові статті, робити нотатки та організувати записи; здатне скласти короткий виклад будь-якого тексту, який може бути негайно озвучений.
Recast	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація; є мобільний додаток	переказує короткий зміст будь-якої статті у форматі цікавих аудіо-бесід; також інструмент пропонує персональні рекомендації на основі вподобань користувача.
R Discovery	безкоштовна версія; у платній версії доступні додаткові функції.	допомагає збирати колекції статей і ділитися ними, пропонує персоналізовані рекомендації.
SciSpace	пропонує, як безкоштовну, так і платну версії; реєстрація дасть доступ до додаткових можливостей	надає список релевантних ресурсів, дає стислий опис методу та результатів, дає відповіді на запитання, підкріплені цитатами, складає резюме статей
Global campus	Має велику бібліотеку, що містить понад 260 мільйонів публікацій; потрібна реєстрація	поєднує в собі функції пошуку та аналізу літератури; особливість платформи – багатомовний пошук, що дає змогу шукати релевантний контент одразу різними мовами.

Scholarcy	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; без реєстрації надає доступ до базових можливостей, реєстрація дасть доступ до додаткових можливостей	дає змогу швидко оцінити, наскільки для вас корисна та чи інша публікація. Він здатний за лічені секунди проаналізувати текст і витягти ключові факти, цифри та посилання. Scholarcy також дає посилання на джерела, що перебувають у відкритому доступі
Lateral	безкоштовна, платна версії; потрібна реєстрація	знаходить, аналізує і зберігає релевантні тексти, складає саммарі відповідно до виставлених фільтрів.
Prophy.ai	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	інструмент більше орієнтований на пошук людей: рецензентів, консультантів або наукових партнерів, але також дозволяє здійснювати семантичний пошук літератури; сервіс працює з понад 150 млн. текстів і може знайти експертів
Elicit	ресурс безкоштовний; потрібна реєстрація.	знаходить статті, що відповідають запиту, узагальнює висновки, визначає нові напрями для дослідження.
Research Rabbit	ресурс безкоштовний; потрібна реєстрація	дає змогу створити особисту колекцію статей і візуалізувати зв'язки між ними; надає персоналізовані дайджести і пошук на основі Semantic Scholar.

Реалізація інтенсивних форм і методів дослідницького навчання, особливо в процесі організації самостійної навчальної діяльності у віртуальному ОС КОМСДН, є суттєвим фактором підвищення мотивації до навчально-пізнавальної діяльності, підвищення рівня емоційного сприйняття нового матеріалу [2]. У ОС реалізується сукупність умов, що сприяють процесу активної взаємодії між вчителями і учнями, завдяки орієнтації на виконання різних видів самостійної роботи, в тому числі інформаційно-навчальної, експериментально-дослідницької, науково-практичної діяльності з педагогічно виваженим використанням сервісів ШІ (див. Таблицю 5).

Результати дослідження засвідчують, що учні мають достатні уявлення щодо дидактичного потенціалу віртуального ОС та адекватні

уявлення про можливості управління навчанням в ОС з точки зору самостійного планування дослідницького навчання [23] з методично вмотивованим використанням сервісів ШІ (див. Таблицю 6). Вони оцінюють особистісно орієнтований характер потенціалу віртуального ОС, що засвідчує їхню готовність обирати послідовність вивчення навчального матеріалу, відповідно, темпи та рівень здійснення дослідницького навчання [2].

КОМСДН є типовим творчим середовищем саморозвитку вільної та активної особистості учня, вчителя, якій властива активність, висока самооцінка, відкритість, а також свобода міркувань [24]. Домінуючим у віртуальному освітньому середовищі виступає метод інтерактивного самонавчання [2] із постійною взаємодією (співпрацею) суб'єктів викладання та суб'єктів

Таблиця 5

#### Порівняльна характеристика сервісів ШІ в умовах дослідницького навчання

Сервіс ШІ	Характеристика сервісу ШІ	
Пошук та аналіз літератури за допомогою графічного аналізу		
VOCviewer	ресурс безкоштовний; можна завантажити безкоштовно із сайту розробника	визначає й аналізує взаємозв'язки між різними концепціями, темами й авторами в рамках конкретної галузі, створюючи та візуалізуючи бібліометричні мережі.
Litmaps	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	пропонує пошук за цитатами, результат пошуку ви отримуєте у вигляді інтерактивних карт літератури, що демонструють взаємозв'язки між статтями
Inciteful	ресурс безкоштовний; реєстрація не потрібна	створює мережу статей на основі цитат, з'ясовує, як ідеї пов'язані в декількох дослідницьких роботах, використовуючи можливості графічного аналізу
Docsear	ресурс безкоштовний; не потрібна реєстрація	дає змогу одночасно вибудовувати зв'язки між різними текстами, переглядати анотації до різних документів, сортувати тексти (коментарі, закладки та виділений текст із PDF-файлів) за категоріями, автоматично витягати бібліографічні дані, будувати інтелектуальні мапи

Obsidian	ресурс безкоштовний; реєстрація не потрібна; можна завантажити із сайту розробника	інструмент для створення нотаток, який працює за принципом Вікіпедії; його особливість полягає у створенні двонаправлених посилань і графовій структурі даних, що допомагає у візуалізації та впорядкуванні інформації.
CiteSpace	безкоштовна і платна версії; потрібна реєстрація	виявляє нові тенденції, найвпливовіші статті, авторів та установи, демонструє зв'язки між дослідниками, лакуни та перспективи подальшої роботи, використовуючи можливості графічного аналізу

Таблиця 6

**Порівняльна характеристика сервісів ШІ в умовах дослідницького навчання**

Сервіс ШІ		Характеристика сервісу ШІ
Оптимізація перевірки граматики, орфографії і стилістики тексту		
Quillbot	безоплатна, платна версії; не потребує реєстрації, щоб отримати доступ до базових можливостей; реєстрація дасть доступ до додаткових можливостей	покращує тексти, роблячи їх читабельнішими, точнішими та професійнішими, зберігаючи при цьому зміст; перевага – можливість роботи з великими текстами (якщо розбити на частини) без обмежень
Wordtune	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	може скоротити або розширити текст, перефразовує і змінює стиль викладу, допомагаючи ясно і точно висловити ідеї; сервіс може бути інтегрований у браузер.
Hemingway App	ресурс безкоштовний; реєстрація не потрібна	допомагає визначити речення, які буде складно сприймати читачеві; пропонує виправлення, щоб зробити текст зрозумілішим
Trinka	безкоштовна, платна версії; безкоштовна версія допускає перевірку до 5000 слів і одну безкоштовну перевірку на плагіат на місяць; потрібна реєстрація	інструмент буде корисний у роботі з академічними та технічними текстами, фокусується на комплексному вдосконаленні мови, містить рекомендації щодо покращення стилю, граматики та орфографії, має й додаткові функції: перевірку готовності до публікації, перевірку цитат, пошук журналу.
SpellCheckPlus	ресурс безкоштовний; реєстрація не потрібна	знайде поширені орфографічні та граматичні помилки в англomовному тексті
Writefull	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	перевіряє текст, виправляє граматику, пунктуацію та слововживання, адаптує текст до стандартів академічного письма.
Marking mate	ресурс безкоштовний; працює з академічними текстами 200+ слів, есе.	перевіряє письмові роботи на наявність мовних і стилістичних помилок і вносить пропозиції щодо їх виправлення
Writewise	платна версія, можливість скористатися триденним пробним періодом; потрібна реєстрація	може зробити саммарі всього тексту або його частини; використовує можливості ChatGPT, перевіряє на плагіат, перефразовує текст
Paperpal	безкоштовна, платна версії, може бути інтегрований у Microsoft Word	вносить пропозиції в режимі реального часу щодо поліпшення орфографії, граматики, структури речень, пунктуації, а також вибору слів; може допомогти скоротити та переписати текст.
Grammica	ресурс безкоштовний; реєстрація не потрібна	перевірить граматику тексту, використовуючи просунутий алгоритм машинного навчання для виявлення помилок

навчання за умови наявності ефективних зворотних зв'язків між ними та виваженого використання технологій ШІ (див. Таблицю 7).

Віртуальна реальність із застосуванням технологій ШІ в дослідницькому навчанні сприяє створенню «інтерактивного» освіт-

нього віртуального середовища із використанням сукупності засобів, методів створення та реалізації віртуальних образів з метою активної взаємодії з ними або всередині них [25], відповідно, з високим рівнем достовірності. Віртуальне освітнє середо-

вище, стихійний і цілеспрямований розвиток якого чітко простежується на сучасному етапі, є відкритою системою [2], що представляє взаємозв'язок ШІ і комунікаційних

можливостей для забезпечення ефективного дослідницького навчання за наявності інтерактивної взаємодії всіх суб'єктів освітнього процесу (див. Таблицю 8).

Таблиця 7

**Порівняльна характеристика сервісів ШІ в умовах дослідницького навчання**

Сервіс ШІ	Характеристика сервісу ШІ	
Оптимізація генерування текстових повідомлень		
ScholarAI	ресурс безкоштовний; плагін ChatGPT	плагін для ChatGPT, що забезпечує надійний пошук наукових статей; надає посилання на дослідницькі роботи, технічні звіти у відкритому доступі, створює короткі резюме для наукових публікацій.
Manuscript Writer	платний ресурс, потрібна реєстрація	AI-розширення для SciNote, хмарного електронного лабораторного журналу, що використовується для наукових досліджень; він здатний підготувати чернетку вступу, методології та інших ключових розділів на основі даних з вашого облікового запису SciNote.
Rytr	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	генерує тексти для різних цілей на основі зазначених тем, стилю викладу та ключових слів; вбудований антиплагіат, а також може згенерувати зображення для тексту
GoodAI	ресурс безкоштовний; мобільний додаток	створює план або есе, дає можливість обрати тип есе та його розмір.
Perplexity AI	ресурс безкоштовний; реєстрація дасть доступ до додаткових можливостей; є мобільний додаток	аналізує та генерує тексти; надає точні та вичерпні відповіді на запити користувача, використовує блоги, відео та академічну літературу для аналізу.

Таблиця 8

**Порівняльна характеристика сервісів ШІ в умовах дослідницького навчання**

Сервіс ШІ	Характеристика сервісу ШІ	
Оптимізація навчання іноземної мови		
HeyGen	безкоштовна, платна версії; безкоштовна версія має обмежену кількість можливостей	створює відео студійної якості з аватарами і голосами, згенерованими штучним інтелектом; перекладає відео, копіюючи ваш природний голос і стиль мовлення
ElevenLabs	пропонує, як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	перетворює текст на мову онлайн; миттєво озвучує текст за допомогою штучного інтелекту на будь-якій мові; створює клон вашого голосу або голосу будь-якої знаменитості за допомогою ШІ
TextFX	ресурс безкоштовний; реєстрація не потрібна; від самого початку створений для письменників, поетів	створює порівняння, розбиває слова на схожі за звучанням фрази, вибудовує ланцюжки семантично пов'язаних елементів, оцінює теми з різних поглядів
Pika Labs	ресурс безкоштовний; необхідна реєстрація на дискорді	дає змогу створювати анімовані відеоролики на основі тексту або картинок
Video IO	пропонує як безкоштовну, так і платну версії; потрібна реєстрація	додає субтитри до відео; додає анімацію, виділяє слова, доступний широкий спектр стилів субтитрів; перекладає відео, клонує ваш природний голос і стиль.
Character AI	ресурс безкоштовний; реєстрація не потрібна	користувачі можуть спілкуватися з різними персонажами для відпрацювання навичок розмовної мови різними мовами; користувачі самі можуть створювати персонажів, які «розмовляють» різними мовами

Chat-animator	ресурс безкоштовний; реєстрація не потрібна	творець текстових історій; генерує реалістичні анімації, які імітують листування месенджерів. Експортуйте їх безкоштовно у вигляді відео або GIF для створення історій, рекламних роликів.
Suno AI	безкоштовна, платна версія; потрібна реєстрація	генерує пісні, мову і звукові ефекти на основі промпта (запиту)

*Висновки та перспективи подальших досліджень.* Застосування технологій ШІ та віртуальної реальності в освіті призвело до появи віртуального ОС, в рамках якого можлива безперервна самореалізація і саморозвиток вільної, активної і творчої особистості за умов організації та функціонування освітніх систем на базі технологій ШІ КОМСДН із реалізованою відкритістю і «масштабованістю» систем, інтегративністю і адаптованістю технологій [2].

В умовах віртуалізації та інформатизації суспільства перспективи моделювання віртуального ОС із виваженим використанням варіативних моделей КОМСДН слугує основою для виявлення дидактичного потенціалу сучасного ОС і забезпечення можливостей його практичного втілення в навчальному процесі. Методично вмотивоване використання КОМСДН дозволяє посилювати інтелектуальні можливості учня, впливаючи на пам'ять, емоції, мотиви, інтереси, створює умови для перебудови структури уроку вчителем з метою розвитку продуктивної та пізнавальної діяльності.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Гриб'юк О.О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем : монографія. Київ : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. 858 с.: іл.
2. Гриб'юк О.О. Віртуальне освітнє середовище як інноваційний ресурс для навчання і дослідницької діяльності студентів. *Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Віртуальний освітній простір: психологічні проблеми»*. Київ : Інститут психології імені Г.С. Костюка НАПН України, 2013. URL: [http://www.psytir.org.ua/Tezy/2013\\_05/2013\\_05\\_20.htm](http://www.psytir.org.ua/Tezy/2013_05/2013_05_20.htm)
3. Hrybiuk O. Psychophysiological aspects of the phenomenon of a child's presence in a virtual environment in the process of research learning: results of empirical research. In: *European potential for the development of pedagogical and psychological science: Collective monograph*. Riga, Latvia : "Baltija Publishing", 2021. P. 147–187.
4. Гриб'юк О. Дослідження розвитку інтелекту. Особливості дослідницького навчання учнів з різними рівнями розвитку інтелекту в закладах загальної середньої освіти України та Польщі. *Технології розвитку інтелекту*. Том 4. № 3(28). 2020. DOI: <http://doi.org/10.31108/3.2020.4.3.4>
5. Hrybiuk O. Problems of expert evaluation in terms of the use of variative models of a computer-oriented learning environment of mathematical and natu-

ral science disciplines in schools, [w:] *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie*, Zeszyt Nr 79, Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej (WPP), 2019. P. 101–119.

6. Hrybiuk O. Improvement of the Educational Process by the Creation of Centers for Intellectual Development and Scientific and Technical Creativity. In: Hamrol A., Kujawińska A., Barraza M. (eds) *Advances in Manufacturing II. MANUFACTURING 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2019. P. 370–382. Springer, Cham Online.

7. Hrybiuk O. Mathematical modeling as a means and method of problem solving in teaching subjects of branches of mathematics, biology and chemistry. *Proceedings of the First International conference on Eurasian scientific development*. «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna, 2014. P. 46–53.

8. Гриб'юк О.О. Психофізіологічні підходи щодо проєктування комп'ютерно орієнтованих методичних систем дослідницького навчання учнів з педагогічно виваженим використанням імерсивних технологій. *Габітус*. Науковий журнал. Випуск 39. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2022. С. 95–103. DOI: <https://doi.org/10.32843/2663-5208.2022.39.17>

9. Гриб'юк О.О. Імерсивні технології в освіті: особливості когнітивного розвитку дитини у віртуальному середовищі в процесі дослідницького навчання. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми* : збірник наукових праць. Вінниця : ТОВ «Друк плюс», 2021. Вип.62. С. 138–162. ISBN 978-966-2337-01-3

10. Гриб'юк О.О. Рівнева модель дослідницького навчання учнів математики з використанням комп'ютерно орієнтованої методичної системи. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Том 77. № 3. С. 39–65.

11. Гриб'юк О.О. Перспективи впровадження варіативних моделей комп'ютерно орієнтованого середовища навчання предметів природничо-математичного циклу у загальноосвітніх навчальних закладах України. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія «Педагогічна»*. 2016. Випуск 22.: *Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей*. С. 184–190.

12. Hrybiuk O. Experience in Implementing Computer-Oriented Methodological Systems of Natural Science and Mathematics Research Learning in Ukrainian Educational Institutions. In: Machado J., Soares F. (eds) *Innovations in Mechatronics Engineering. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. 2022. P. 55–68. Springer, Cham Online.

13. Hrybiuk O., Vedishcheva O. Experimental Teaching of Robotics in the Context of Manufacturing 4.0: Effective Use of Modules of the Model Program of Environmental Research Teaching in the Working Process of the Centers “Clever”. In: , *et al. Innovations in Mechatronics Engineering II. icieng 2022. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. 2022. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-09385-2\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-031-09385-2_20)

14. Hrybiuk O. Improvement of the Educational Process by the Creation of Centers for Intellectual Development and Scientific and Technical Creativity. In: *Advances in Manufacturing II. MANUFACTURING 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering I* Hamrol A., Kujawińska A., Barraza M. (eds). 2019. P. 370–382. Springer, Cham Online ISBN978-3-030-18789-7.

15. Гриб'юк О.О. Вплив інформаційно-комунікаційних технологій на психофізіологічний розвиток молодого покоління. “Science”, the European Association of pedagogues and psychologists. *International scientific-practical conference of teachers and psychologists “Science of future”: materials of proceedings of the International Scientific and Practical Congress. Prague (Czech Republic)*. Publishing Center of the European Association of pedagogues and psychologists “Science”, Prague, 2014. Vol. 1. S. 190–207.

16. Гриб'юк О.О. Педагогічне проектування комп'ютерно орієнтованого середовища навчання дисциплін природничо-математичного циклу. *Наукові записки. Випуск 7. Серія «Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти»*. Частина 3. Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. С. 38–50.

17. Hrybiuk Olena. Engineering in Educational Institutions: Standards for Arduino Robots as an Opportunity to Occupy an Important Niche in Educational Robotics in the Context of Manufacturing 4.0, in: *Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. Volume 27–32, 2020. P. 770–785.

18. Гриб'юк О.О. Дослідницьке навчання учнів з використанням імерсивних технологій у контексті їх впливу на інтелектуальний і психофізіологічний розвиток. *Перспективи та інновації науки. Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»*. 2021. Випуск № 5(5). С. 185–205. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2021-5\(5\)-185-204](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2021-5(5)-185-204)

19. Гриб'юк О.О. Імерсивні технології у процесі навчання предметів математичного циклу: становлення нової освітньої парадигми. *Педагогічні науки:*

*теорія та практика*. Запоріжжя : Видавничий дім «Гельветика», 2021. № 4(40). С. 35–45. DOI: <https://doi.org/10.26661/2786-5622-2021-4-05>

20. Hrybiuk O. Problems of expert evaluation in terms of the use of variative models of a computer-oriented learning environment of mathematical and natural science disciplines in schools, [w:] *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie*, Zeszyt Nr 79, Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej (WPP), 2019. S. 101–119.

21. Гриб'юк О.О. Когнітивна теорія комп'ютерно орієнтованої системи навчання природничо-математичних дисциплін та взаємозв'язки вербальної і візуальної компонент. *Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди»*. Додаток 1 до Вип. 36. Том IV (64): Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». Київ : Гнозис, 2015. С. 158–175.

22. Grybyuk O.O. Mathematical modeling as a means and method of problem solving in teaching subjects of branches of mathematics, biology and chemistry. *Proceedings of the First International conference on Eurasian scientific development. “East West” Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH*. Vienna, 2014. P. 46–53.

23. Гриб'юк О.О. MR/VR/AR КОМСДН у процесі дослідницького навчання учнів предметів природничо-математичного циклу: специфіка педагогічного проектування освітніх систем. *Звітна наукова конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України «Цифрова трансформація освіти України в умовах воєнного стану»* : збірник матеріалів, 24 лютого 2023 р. Київ : ІЦО НАПН України, 2023. С. 102–114. DOI: [10.33407/lib.NAES.735053](https://doi.org/10.33407/lib.NAES.735053).

24. Гриб'юк О.О. Педагогічне проектування компонентів віртуальної і доповненої реальності КОМСДН у процесі дослідницького навчання учнів предметів природничо-математичного циклу у закладах загальної середньої освіти. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах* : збірник наукових праць / редкол.: А.В. Суцєнко (голов. ред.) та ін. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2022. Вип. 83. С. 78–93. DOI: [HTTPS://DOI.ORG/10.32840/1992-5786.2022.83.13](https://doi.org/10.32840/1992-5786.2022.83.13)

25. Hrybiuk O. Paradygmat „dobrej” szkoły: zarządzanie innowacją w placówce oświatowej. *Nauka, Badania i Doniesienia Naukowe. Nauki humanistyczne i społeczne*. Idea Knowledge Future Świebodzice, 2018. P. 103–114.