



ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА НАВЧАННЯ

УДК 378:004.853

DOI <https://doi.org/10.57125/pedacademy.2024.06.29.13>

Використання нейромереж у процесі формування екологічної компетентності старшокласників

Толочко Світлана Вікторівна

доктор педагогічних наук, професор, головний науковий співробітник лабораторії позашкільної освіти Інституту проблем виховання, Національна академія педагогічних наук України, 04060, м. Київ, вул. М. Берлінського, 9, <https://orcid.org/0000-0002-9262-2311>

Годунова Анастасія Володимирівна

науковий співробітник відділу науково-організаційної роботи та інформації Державної наукової установи «Центр інноваційних медичних технологій НАН України», м. Київ, вул. Вознесенський узвіз, 22, <https://orcid.org/0000-0002-4385-9435>

Прийнято: 14. 06. 24 | Опубліковано: 29. 06. 24

***Анотація.** У статті здійснено структурно-системний аналіз використання нейромереж у процесі формування екологічної компетентності старшокласників. Для реалізації мети визначено низку завдань: 1. Охарактеризувати виокремлені закордонними науковцями напрями використання нейромереж в освітньому процесі. 2. Проаналізувати можливості використання нейронних мереж у процесі формування екологічної*



компетентності старшокласників. 3. Навести приклади використання сервісів зі ШІ для формування екологічної компетентності старшокласників.

Для реалізації мети розкрито понятійно-категоріальний апарат дослідження, зокрема поняття «штучний інтелект», «нейромережі», «промт-інжиніринг» тощо. Термін «екологічна компетентність старшокласників» ототожнюємо з інтегрованою характеристикою особистості, яка визначає її здатність розуміти та вирішувати екологічні проблеми, приймати екологічно обґрунтовані рішення та брати активну участь у природоохоронній діяльності.

Проаналізовано сервіси зі ШІ, які можуть бути корисними для підвищення екологічної компетентності старшокласників, нейронні мережі: ChatGPT, Perplexity, Gamma App через трактування дефініцій, особливостей, можливостей. Наведено приклади використання сервісів зі ШІ для формування екологічної компетентності старшокласників з точки зору їхнього залученню до діяльності щодо подолання екологічних наслідків війни. Запропоновано практичні кейси використання можливостей нейромереж: створення індивідуалізованих навчальних програм, зокрема й персоналізованих навчальних планів, які враховують індивідуальні потреби й рівень знань кожного учня; використання нейромереж для автоматичного оцінювання знань учнів, що дозволяє зменшити навантаження на вчителів та забезпечити об'єктивність оцінок; розроблення інтерактивних навчальних матеріалів, таких як відео, анімації та віртуальні лабораторії, що допомагають старшокласникам краще зрозуміти складні екологічні концепції.

Ключові слова: екологічна компетентність, учні старших класів, сервіси зі штучним інтелектом, нейронні мережі.



**Use of neural networks in the process of formation of senior students'
environmental competence**

Svitlana Tolochko

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, chief researcher of the laboratory of extracurricular education Institute of Problems on Education of the NAES of Ukraine, 04060, Kyiv, 9 M. Berlinsky St., <https://orcid.org/0000-0002-9262-2311>

Anastasiia Godunova

Researcher, Department of Scientific and Organisational Work and Information, State Scientific Institution «Centre for Innovative Medical Technologies of the National Academy of Sciences of Ukraine», 22 Voznesenskyi Uzviz Str., Kyiv, <https://orcid.org/0000-0002-4385-9435>

***Abstract.** The article provides a structural-system analysis of the use of neural networks in the process of formation of senior students' environmental competence. To implement the goal, a number of tasks are defined: 1. To characterize directions of using neural networks, allocated by foreign scientists, in the educational process. 2. To analyze possibilities of using neural networks in the process of formation of senior students' environmental competence. 3. To give examples of using AI services to form senior students' environmental competence.*

To implement the goal, conceptual-categorical apparatus of research is disclosed, in particular the concepts of «artificial intelligence,» «neural networks,» «prompt engineering,» etc. The term «senior students' environmental competence» is identified with integrated characteristic of an individual, which determines his ability



to understand and solve environmental problems, make environmentally sound decisions and take an active part in environmental activities.

AI services that can be useful for increasing senior students' environmental competence, neural networks: ChatGPT, Perplexity, Gamma App were analyzed through interpretation of definitions, features, and possibilities. Examples of using AI services to form senior students' environmental competence in terms of their involvement in activities to overcome the environmental consequences of war are given. Practical cases of using the capabilities of neural networks are proposed: creation of individualized curricula, including personalized curricula that take into account each student's individual needs and level of knowledge; use of neural networks for automatic assessment of students' knowledge, which reduces the burden on teachers and ensures objectivity of assessments; developing interactive learning materials such as videos, animations and virtual labs to help senior students better understand complex environmental concepts.

Key words: *environmental competence, senior students, services with AI, neural networks.*

Постановка проблеми. Формування екологічної компетентності старшокласників є одним з важливих завдань сучасної освіти, оскільки екологічні проблеми стають усе більш актуальними та вимагають компетентного підходу до їхнього вирішення. Екологічна компетентність включає в себе не тільки знання про довкілля, але й здатність застосовувати ці знання в повсякденному житті, аналізувати екологічні проблеми та ухвалювати відповідальні рішення, спрямовані на збереження природних ресурсів і сталий розвиток суспільства [18].



Екологічна компетентність старшокласників – це інтегрована характеристика особистості, яка визначає її здатність розуміти та вирішувати екологічні проблеми, приймати екологічно обґрунтовані рішення та брати активну участь у природоохоронній діяльності. Формування такої компетентності вимагає системного підходу до навчання, що включає інтеграцію екологічних знань у різні предмети, використання сучасних технологій і методів навчання, а також активне залучення учнів до практичної діяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз праць закордонних науковців уможливив виокремлення напрямів досліджень використання нейромереж як під час виконання діяльності з відновлення екосистеми планети загалом, так і процесі регенерації регіональних екосистем. Так, колектив науковців С. Ozkan, С. Ozturky, F. Sunarz та D. Karabogay дослідив використання багат шарової перцептронної штучної нейронної мережі (ANN MLP) як інструмента для моніторингу, виявлення розливів нафти та вжиття запобіжних заходів з метою запобігання шкоди морському середовищу [21]. Дослідники Т. Kurban та Е. Besdok провели порівняння алгоритмів навчання нейронних мереж радіальної базисної функції (RBF) для цілей класифікації, особливо використовувані для класифікації шаблонів і обробки сигналів. Авторами запропоновано кілька алгоритмів для навчання мереж RBF, зокрема штучної бджолиної колонії (ABC) як новий, простий і надійний алгоритм оптимізації на основі популяції, порівнюваний з генетичним алгоритмом, алгоритмом фільтрації Калмана та градієнтного спуску. Експериментальні результати показують, що використання алгоритму ABC призводить до кращого навчання, ніж алгоритм інших [14].

Актуальним для репрезентованого дослідження є і результати роботи вчених L. Fu, J. Li та Y. Chen. Проаналізовано застосування великих даних і технології штучного інтелекту (ШІ) під час моніторингу охорони довкілля.



Принцип застосування великих даних для збору інформації про довкілля аналізується на основі науки про атмосферу та технології ШІ. Крім того, запропоновано комбіновану модель прогнозування якості повітря на основі машинного навчання для вирішення реальних проблем моніторингу якості повітря в охороні навколишнього середовища, а саме вдосконалену декомпозицію повного ансамблю емпіричного режиму з адаптивним алгоритмом оптимізації китового шуму – машиною екстремального навчання (ICEEMDAN-WOA-ELM). На цій основі запроваджується глибоке навчання, щоб створити модель часу, простору, типу метеорології (TSTM) для прогнозування якості повітря. Нарешті, модель перевіряється експериментами. Результати демонструють, що модель ICEEMDAN-WOA-ELM значно перевершує одну модель AI у прогнозуванні якості повітря [11].

Швидка еволюція платформ електронного навчання, спричинена прогресом штучного інтелекту і машинного навчання, представляє трансформаційний потенціал в освіті. Цей динамічний ландшафт вимагає дослідження інтеграції ШІ/МН в адаптивні системи навчання для покращення освітніх результатів. Дослідження колективу науковців на чолі з I. Gligorea [12] узагальнило стан використання ШІ/МН в електронному навчанні для адаптивного освітнього процесу, з'ясовуючи переваги та проблеми такої інтеграції та оцінюючи її вплив на залучення здобувачів освіти, утримання та успішність.

Дослідники X, Liu, M. Faisal та A. Alharbi [15], аналізуючи систему підтримки прийняття рішень для оцінки ролі мережі 5G і штучного інтелекту в ситуаційних дослідженнях навчання у вищій освіті, дійшли висновку, що використання штучного інтелекту та 5G трансформували підходи до навчання та викладання завдяки ранньому та плавному доступу до змісту освіти. Навчальні процеси тепер стали продуктивними та інтерактивними, за допомогою яких здобувачі освіти можуть покращити свої мовні навички за спілкування з



машинними агентами на основі ШІ, замість носіїв мови. Доступні різні платформи, які мають можливості зрозуміти неконтрольовану силу учнів/студентів і зрештою можуть створювати контент відповідно до їхнього рівня. Навички письма, говоріння та аудіювання здобувачів освіти можна покращити за допомогою різноманітних технологій, заснованих на штучному інтелекті, обробці природної мови, машинному та глибокому навчанні. Поточне дослідження пропонує систему підтримки прийняття рішень для оцінки функції мережі 5G та штучного інтелекту в ситуаційному навчанні у вищій освіті.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Одним із засобів формування екологічної компетентності старшокласників є використання нейронних мереж. Нейронні мережі як адаптивні системи, що імітують роботу людського мозку, здатні аналізувати великі обсяги даних, виявляти закономірності та робити прогнозування, що є надзвичайно корисним у процесі навчання. Вони дозволяють створювати індивідуалізовані навчальні програми, автоматизувати оцінювання знань та навичок учнів, а також надавати рекомендації щодо подальшого навчання. З огляду на це у своїй роботі розкриємо ще недостатньо вирішену проблему інтеграції нейронних мереж у процес навчання для підвищення екологічної компетентності старшокласників, формування в них навичок критичного мислення, аналізу та прийняття рішень, важливих для їхнього подальшого розвитку та успішної реалізації в дорослому житті, зокрема і в контексті подолання екологічних наслідків війни.

Формулювання цілей статті (постановка завдання).

Мета статті – структурно-системний аналіз використання нейромереж у процесі формування екологічної компетентності старшокласників. Для реалізації мети визначено *низку завдань*: 1.Охарактеризувати виокремлені закордонними науковцями напрями використання нейромереж в освітньому



процесі. 2. Проаналізувати можливості використання нейронних мереж у процесі формування екологічної компетентності старшокласників. 3. Навести приклади використання сервісів зі ШІ для формування екологічної компетентності старшокласників. Для досягнення поставленої мети й визначених завдань були застосовані *такі методи*: теоретичні: теоретичний аналіз та узагальнення літературних джерел; порівняння, узагальнення; дедуктивний, індуктивний; системний, формалізацію; ідеалізацію; емпіричні: педагогічне спостереження, узагальнення педагогічного досвіду.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для реалізації мети розкриємо понятійно-категоріальний апарат дослідження, зокрема зупинимося на характеристиці термінів, котрі ввійшли в активний ужиток в останні десятиліття.

Сучасний світ, де машини не просто виконують накази, а й розуміють потреби людини, розмовляють як справжні друзі та допомагають вирішувати складні завдання, вже є реальністю завдяки штучному інтелекту [7].

Штучний інтелект (ШІ) — це галузь комп'ютерних наук, яка спрямована на створення систем, здатних виконувати завдання, що зазвичай вимагають людського інтелекту. До таких завдань належать розпізнавання мови, виявлення образів, прийняття рішень та вирішення проблем. ШІ включає в себе різноманітні підходи, такі як машинне навчання, нейронні мережі та глибоке навчання, які дозволяють комп'ютерам вчитися на основі даних та досвіду. Історія розвитку ШІ починається з середини ХХ століття, коли у 1956 році на конференції в Дартмутському коледжі Дж. Маккарті запропонував термін «штучний інтелект». Ця подія стала точкою відліку для розвитку цієї галузі [18]. Одним із ключових завдань ШІ є імітація пізнавальних процесів людини. Це означає, що система повинна мати здатність розуміти, навчатися, адаптуватися та приймати рішення подібно до того, як це робить людський мозок. Імітація



пізнавальних процесів включає в себе аналіз великої кількості інформації, виявлення закономірностей та прийняття рішень на основі отриманих знань. Це дозволяє ШІ виконувати складні завдання, такі як медична діагностика, автоматизація виробництва та персоналізовані рекомендації.

Нейромережі – це комп'ютерні програми, що навчаються на основі прикладів. Вони побудовані за принципом роботи людського мозку, де кожен нейрон є математичною функцією, що обробляє інформацію. Нейромережі навчаються на тисячах правильних рішень і постійно вдосконалюються.

ChatGPT, або Generative Pre-trained Transformer (генеративний попередньо навчений трансформер), — це одна з найбільш вражаючих розробок у сфері штучного інтелекту, створена компанією OpenAI. Ця модель, заснована на глибокому навчанні, здатна вести діалоги на природній мові, генеруючи текстові відповіді на основі вхідних запитів. ChatGPT використовується в різних додатках, від віртуальних помічників до чат-ботів, забезпечуючи високий рівень взаємодії між людиною та машиною [3].

Perplexity — пошуковий асистент з ШІ, який надає точні та стисливі відповіді на основі інформації з інтернету. Він допомагає знаходити інформацію, аналізувати тексти та виконувати завдання, надаючи конкретні відповіді на запитання [5].

Gamma App – сервіс, який використовує ШІ для створення презентацій, вебсторінок та документів. Введення запиту дозволяє додатку автоматично генерувати красиву та захопливу презентацію, що робить процес створення контенту простим і доступним для всіх [2].

Промпт-інжиніринг — це мистецтво правильного формулювання запитів до моделей ШІ. Від якості промпту залежить точність і корисність відповіді. Ця навичка допомагає максимізувати ефективність використання ШІ [1].



Сервіси зі ШІ, які можуть бути корисними для підвищення екологічної компетентності старшокласників

ChatGPT – це модель штучного інтелекту, розроблена компанією OpenAI, яка спеціалізується на обробці природної мови [3]. Модель здатна вести діалоги, відповідати на запитання, генерувати тексти та виконувати інші завдання, що вимагають розуміння та генерації тексту (рис. 1).

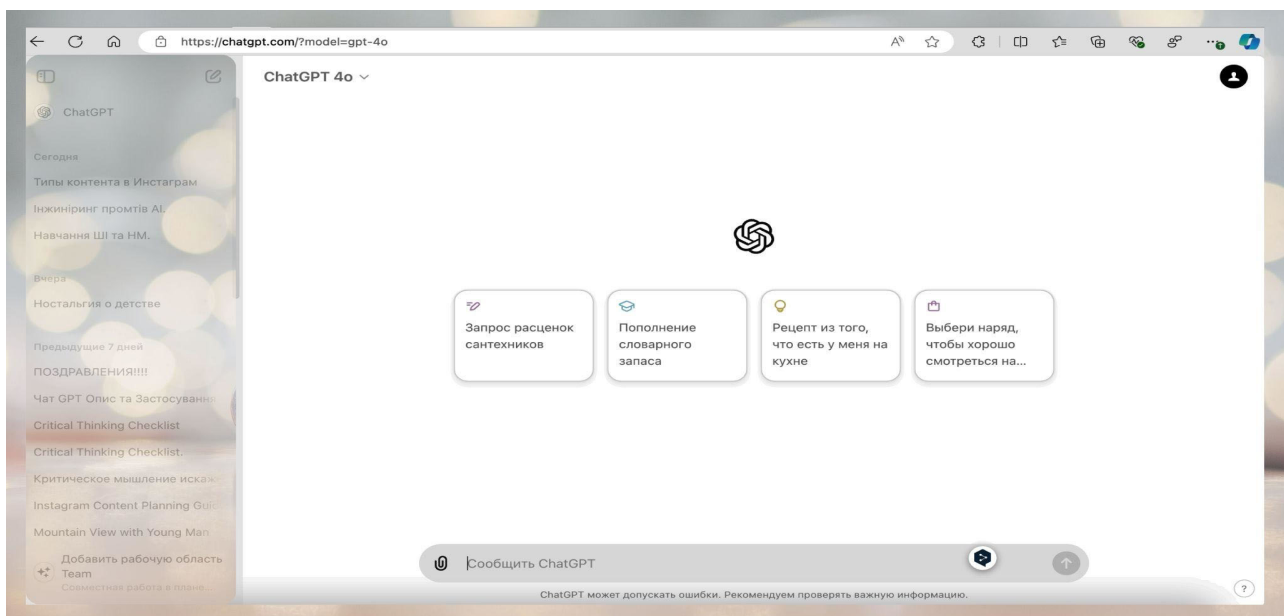


Рисунок 1. Інтерфейс вебзастосунку ChatGPT

GPT (Generative Pre-trained Transformer) – це архітектура, на основі якої побудована модель ChatGPT. GPT-4o є однією з найвідоміших на цей час та найпотужніших моделей цієї архітектури, здатною генерувати тексти високої якості на основі вхідних даних.

Промпт – введення, яке користувач дає моделі, ставлячи запитання або пропонуючи тему для обговорення [1]. Промпт може бути простим або складним



залежно від завдання, яке потрібно виконати. Промпт є ключовим елементом у взаємодії з моделлю ChatGPT. Від якості та точності сформульованого промπτу залежить релевантність і корисність отриманих відповідей. Правильно сформульований промпт допомагає моделі зрозуміти контекст та очікування користувача, що підвищує якість генерації тексту. Доцільним вважаємо наведення прикладів промπτів. Наприклад, простий промпт: «Розкажи мені про квантову фізику». Деталізований промпт – «Поясни основні принципи квантової теорії 13-річному підлітку, використовуючи прості приклади». Контекстуальний промпт – «Уяви, що ти викладач фізики. Поясни квантову фізику так, щоб її зрозумів 13-річний учень, який погано знає фізику».

Стратегії формулювання промπτів (визначення особливостей процесу створення окремих промπτів і «стратегічного набору») включають:

- чіткість і конкретність (промпт повинен бути чітким і конкретним, щоб модель могла точно зрозуміти завдання);
- поділ складного й об'ємного на частини (складні завдання варто розбивати на простіші частини, щоб модель могла краще впоратися з ними);
- повторення важливого (важливі аспекти запиту варто повторювати, щоб підкреслити їх значущість);
- використання прикладів (наведення прикладів допомагає моделі краще зрозуміти контекст і очікування користувача);
- контекст (інформація, яка передається разом з промπτом, і допомагає моделі краще розуміти запитання та надавати більш релевантні відповіді).

Perplexity – це пошуковий асистент, що використовує штучний інтелект для надання точних та стиснених відповідей на основі інформації, доступної в результатах пошуку [5]. Цей інструмент створений для того, щоб полегшити



процес пошуку та аналізу інформації, забезпечуючи швидкий доступ до релевантних даних (рис. 2).

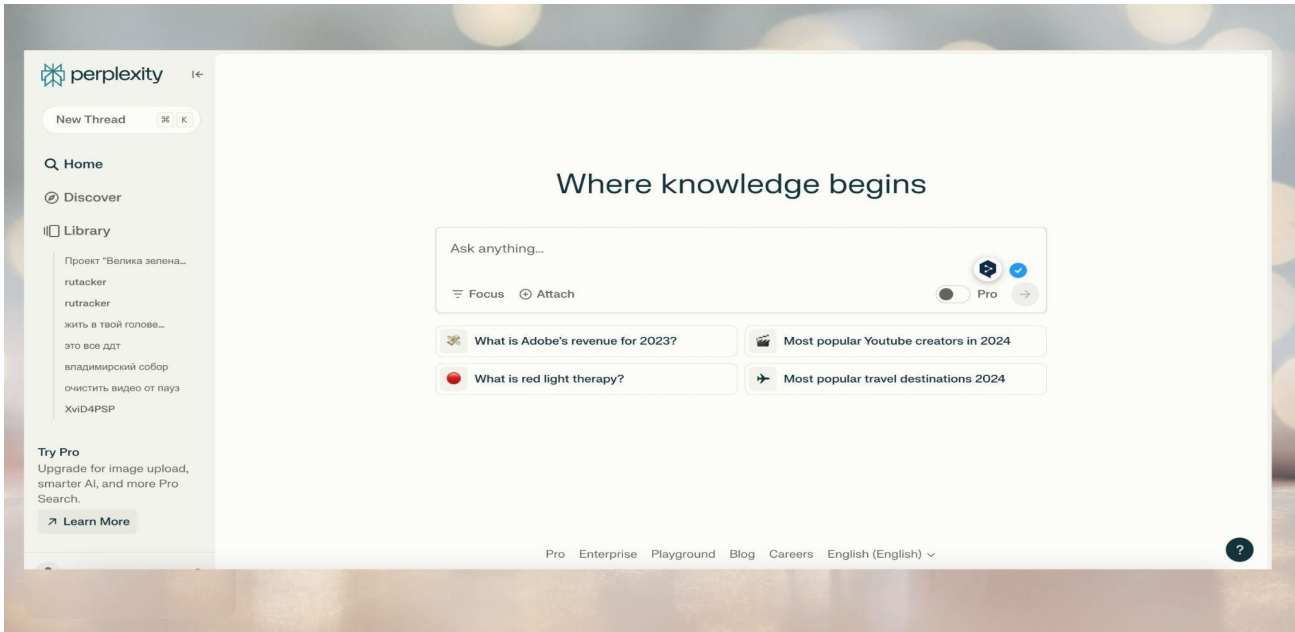


Рисунок 2. Інтерфейс вебзастосунку Perplexity

Можливості Perplexity

● *Швидкий пошук інформації.* Perplexity використовує потужні алгоритми для швидкого пошуку та обробки великої кількості даних, що дозволяє знайти потрібну інформацію за лічені секунди.

● *Розширений пошук.* Perplexity дозволяє здійснювати розширений пошук з використанням різноманітних фільтрів та параметрів для точнішого знаходження необхідної інформації. Наприклад, учитель біології може шукати дані про стан місцевих водних ресурсів.

● *Реальні приклади.* Можливість знаходження реальних прикладів і кейсів, що ілюструють певні екологічні проблеми або проєкти, корисні для навчання старшокласників.

● *Аналіз тексту.* Інструмент здатний аналізувати тексти, виділяючи ключові



моменти та узагальнюючи зміст, що робить його корисним для оброблення великих обсягів інформації.

- *Узагальнення.* Perplexity може автоматично узагальнювати довгі тексти, виділяючи основні ідеї та ключові моменти. Наприклад, інструмент може узагальнити великий звіт про зміну клімату, виділяючи найважливіші дані для учнів.

- *Аналіз тональності.* Інструмент може аналізувати тональність текстів, визначаючи, чи є текст позитивним, негативним або нейтральним, що корисно для аналізу екологічних звітів та статей.

- *Надання конкретних відповідей.* Perplexity надає конкретні та чіткі відповіді на запити користувачів, базуючись на найактуальнішій та перевірених інформації.

- *Точні відповіді.* Perplexity здатен надавати точні й конкретні відповіді на запити, такі як «Які основні джерела забруднення води в Україні?» або «Як змінюється біорізноманіття внаслідок вирубки лісів?» чи «Як впливає на довкілля замінування?».

- *Актуальність даних.* Інструмент використовує найактуальніші та перевірені джерела, що забезпечує достовірність та надійність наданої інформації для екологічних проєктів.

- *Помічник у виконанні завдань.* Інструмент може допомогти у виконанні різноманітних завдань, таких як написання звітів, створення презентацій або підготовка до виступів, надаючи необхідну інформацію й ресурси.

- *Створення навчальних матеріалів.* Perplexity може допомогти у створенні навчальних матеріалів, таких як екологічні проєкти, завдання та презентації, надавати необхідну інформацію та структурувати її у зручний формат.

- *Підготовка до екологічних досліджень.* Інструмент може забезпечити учнів актуальною інформацією та фактами для підготовки до польових



досліджень або лабораторних робіт.

Інтеграція з іншими інструментами. Perplexity може інтегруватися з іншими інструментами та сервісами, такими як Google Docs, що робить його зручним для спільної роботи над екологічними проектами. Інструмент може автоматизувати певні робочі процеси, такі як складання звітів або створення презентацій, дозволяючи учням і вчителям зосередитися на аналізі та обговоренні отриманих результатів.

Таким чином, Perplexity є потужним інструментом, який значно полегшує процес пошуку, аналізу й використання інформації, забезпечує користувачів точними й корисними даними для різних завдань.

Gamma App – це інструмент, що використовує штучний інтелект для створення презентацій, вебсторінок та документів [6]. Цей застосунок дозволяє користувачам легко створювати професійні та візуально привабливі матеріали без необхідності мати навички дизайну чи програмування (рис. 3).

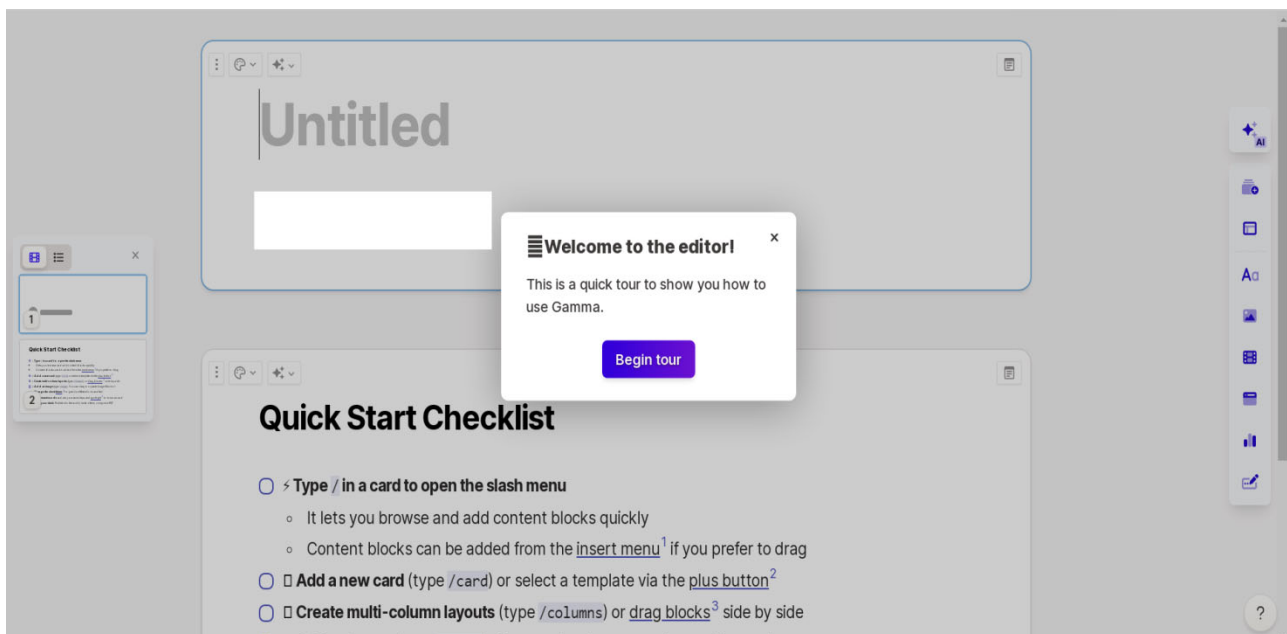


Рисунок 3. Інтерфейс вебзастосунку Gamma App



Можливості Gamma App:

Автоматичне створення контенту. Gamma App використовує алгоритми ШІ для автоматичного генерування презентацій, вебсторінок та документів на основі введеного запиту. Створення презентацій для представлення результатів виконання екологічних проєктів. Старшокласники можуть використовувати Gamma App для створення презентацій, наприклад про вплив забруднення води на місцеві екосистеми. Презентації можуть включати графіки, таблиці й зображення, що ілюструють зібрані дані й результати досліджень.

Навчальні матеріали. Вчителі можуть створювати інтерактивні презентації для уроків з екології, використовуючи відео та анімації для пояснення складних концепцій, таких як круговорот води або процес фотосинтезу. Створення вебсторінок з освітніми ресурсами. Педагоги та старшокласники можуть представляти різноманітні матеріали з екології, зокрема статті, відео та інтерактивні елементи. Це може бути корисним для самостійного навчання та поглибленого вивчення теми.

Проєкти громадської участі. Учні можуть створювати вебсторінки для проєктів за громадської участі, спрямованих на покращення екологічної ситуації у своєму місті чи регіоні. Наприклад, вебсторінка може містити інформацію про заходи зі збирання сміття або висаджування дерев. Створення документів. Старшокласники можуть використовувати Gamma App для створення звітів з результатами проведених екологічних досліджень. Документи можуть включати текст, графіки, таблиці й фотографії, відео й анімацію, що ілюструють результати їхніх досліджень.

Методичні матеріали. Вчителі можуть створювати методичні матеріали та посібники для уроків екології, детальні інструкції для проведення лабораторних робіт або польових досліджень.



Інтеграція мультимедійного контенту. Застосунок дозволяє додавати відео, зображення, списки й таблиці до створених матеріалів, що робить їх більш інтерактивними та цікавими.

Персоналізація та налаштування. Gamma App надає користувачам можливість налаштовувати створені матеріали відповідно до своїх потреб і вподобань, змінюючи шрифти, кольори й макети.

Спільна робота учнів і педагогів за використання нейромережі Gamma App у процесі формування екологічної компетентності старшокласників

Проекти в групах. Учні можуть працювати над груповими проектами, створюючи презентації, вебсторінки або документи спільно з використанням Gamma App. Це дозволяє кожному учасникові команди вносити свій вклад і бачити зміни в реальному часі.

Спільні дослідження. Старшокласники з різних шкіл або регіонів можуть спільно працювати над екологічними дослідженнями, обмінюючись даними й результатами через створені спільно документи або вебсторінки.

Редагування в реальному часі, зокрема й колективне редагування. Педагоги й старшокласники можуть одночасно редагувати презентації або документи, уносячи зміни та доповнення в реальному часі. Це особливо корисно під час підготовки до виступів або здачі проектів.

Відгуки й коментарі. Учителі можуть залишати коментарі й відгуки безпосередньо в документах або презентаціях учнів, що сприяє зворотному зв'язку та покращенню якості виконаних робіт.

Таким чином, Gamma App є потужним інструментом, що значно спрощує створення якісних освітніх матеріалів та забезпечує ефективну співпрацю між



учнями та вчителями в процесі формування екологічної компетентності старшокласників.

Доцільно навести приклад використання сервісів зі ШІ для формування екологічної компетентності старшокласників. Формування екологічної компетентності, як попередньо зазначалося, є дуже важливим завданням сучасної освіти. Це включає наявність знань про довкілля, набуття навичок аналізу екологічних проблем та ухвалення відповідальних рішень, спрямованих на сталий розвиток суспільства. Уявімо вчителя біології старших класів загальноосвітньої школи – Івана Петровича. Як нейромережі можуть йому допомогти зробити уроки більш корисними та цікавими? У цьому випадку слід скористатися такими можливостями нейромереж:

- створення індивідуалізованих навчальних програм, зокрема й персоналізованих навчальних планів, які враховують індивідуальні потреби й рівень знань кожного старшокласника;

- використання нейромереж для автоматичного оцінювання знань учнів, що дозволяє зменшити навантаження на вчителів та забезпечити об'єктивність оцінок;

- розроблення інтерактивних навчальних матеріалів, таких як відео, анімації та віртуальні лабораторії, котрі допомагають старшокласникам краще зрозуміти складні екологічні концепції.

Наприклад, якщо потрібні нові ідеї для виконання завдань проекту, репрезентації проміжних чи заключних результатів – можна створити mind-мар за допомогою ChatGPT. Mind-map або інтелект-карта – це графічний спосіб представлення інформації, який допомагає структурувати думки та ідеї навколо центральної теми.

Процес створення mind-map з ChatGPT



1. Вибір центральної теми (наприклад, «Екологічна компетентність»).
2. Формулювання запитів до ChatGPT для отримання ключових ідей і понять, пов'язаних з темою.
3. Використання отриманих відповідей для побудови інтелект-карти.
4. Використання Markdown для візуалізації інтелект-карт.
5. Використання спеціалізованих інструментів (наприклад, Markmap) для перетворення тексту Markdown в інтерактивні інтелект-карти [16].

Markdown – це легка мова розмітки, яка дозволяє легко форматувати текст для вебсторінок, документації, блогів тощо.

Узагальнюючи представлений вище аналіз, наведемо перелік сервісів зі ШІ, які можна використовувати для формування екологічної компетентності старшокласників на рисунку 4.

№	Назва	Посилання	QR-код
1	ChatGPT	https://chat.openai.com	
2	Perplexity	https://www.perplexity.ai/	
3	Gamma	https://gamma.app/	
4	MARKMAP	https://markmap.js.org/	
5	Notion	https://www.notion.so/	
6	DeepL	https://www.deepl.com/	

Рисунок 4. Перелік сервісів зі ШІ, які можна використовувати для формування екологічної компетентності старшокласників



Практичний приклад формування екологічної компетентності наведемо у вигляді алгоритму можливого використання описаних сервісів зі ШІ (рис. 5).

1. Ознайомлення учнів з реальними екологічними проектами та дослідженнями (для пошуку інформації можна використовувати пошукову систему зі штучним інтелектом Perplexity).
2. Кожний старшокласник обирає цікавий для себе проект.
3. За допомогою сервісу Gamma App учень репрезентує проект.



Рисунок 5. Приклад використання сервісів зі ШІ для формування екологічної компетентності старшокласників

Висновки. Отже, використання нейронних мереж у процесі формування екологічної компетентності старшокласників відкриває нові можливості для підвищення якості освіти. Зокрема, нейронні мережі можуть бути використані для створення інтелектуальних систем підтримки навчання, які надають учням персоналізовані рекомендації та допомагають краще засвоювати матеріал. Крім того, нейронні мережі можуть бути застосовані для аналізу екологічних даних,



що дозволяє старшокласникам отримувати актуальну інформацію про стан довкілля та брати участь у реальних наукових дослідженнях.

Список використаних джерел

1. Керівництво з промпт-інжинірингу. URL: <https://www.promptingguide.ai>
2. Онлайн-сервіс для створення презентацій Gamma. URL: <https://gamma.app>
3. Офіційний сайт OpenAI. URL: <https://openai.com/>
4. Піковер К. Штучний інтелект. Ілюстрована історія. Від автоматів до нейромереж. Litres, 2021. 224 с.
5. Пошукова система зі штучним інтелектом Perplexity. URL: <https://www.perplexity.ai>
6. Толочко С.В., Бордюг Н.С., Годунова А.В. Розвиток критичного мислення молоді в епоху розвитку технологій зі штучним інтелектом. *Modern educational strategies under the influence of the development of the information society and European integration* : Scientific monograph. Riga, Latvia : «Baltija Publishing», 2024. С. 462–490.
7. Толочко С. В., Годунова А. В. Теоретико-методичний аналіз закордонних практик використання штучного інтелекту в освіті й науці. *Вісник освіти та науки*. 2023. № 7(13) С. 832–848.
8. Толочко С. В., Годунова А. В. Теоретико-методичний аналіз оптимізації дослідницької та наукової діяльності в умовах використання сервісів зі штучним інтелектом. *Інноваційна педагогіка*. 2023. № 61.Т. 2. С. 18–24.
9. Application of Big Data, Blockchain, and Internet of Things for Education Informatization Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, 2023. P. 455–463.
10. DeepL. URL: <https://www.deepl.com/>



11. Fu L., Li J., Chen Y. An innovative decision making method for air quality monitoring based on big data-assisted artificial intelligence technique. *Journal of Innovation & Knowledge*. 2023. № 2. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100294>

12. Gligorea I., Cioca M., Oancea R., Gorski A-T., Gorski H., Tudorache P. Adaptive Learning Using Artificial Intelligence in e-Learning: A Literature Review. *Educ. Sci.* 2023. № 13(12). URL: <https://doi.org/10.3390/educsci13121216>.
<https://www.mdpi.com/2227-7102/13/12/1216>

13. Kamalov F., Calonge D. S., Gurrib I. New Era of Artificial Intelligence in Education: Towards a Sustainable Multifaceted Revolution. *Sustainability*. 2023. № 15(16). URL: <https://doi.org/10.3390/su151612451>. <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/16/12451>

14. Kurban T., Besdok E. A comparison of RBF neural network training algorithms for inertial sensor based terrain classification. *Sensors*. 2009. № 9. P. 6312–6329.

15. Liu X, Faisal M., Alharbi A. A decision support system for assessing the role of the 5G network and AI in situational teaching research in higher education. *Soft Computing*. 2022. № 20. P. 10741–10752. URL: <https://doi.org/10.1007/s00500-022-06957-5>.

16. Markmap. URL: <https://markmap.js.org/>

17. McCarthy J. Recursive Functions of Symbolic Expressions and Their Computation by Machine. Part I. *Communications of the ACM*. 1960. T. 3. № 4. P. 184–195.

18. Monroe Martha C., and Marianne E. Krasny, eds. *Across the spectrum: Resources for environmental educators*. North American Association for Environmental Education, 2016.



19. Nobarinia M., Kalateh F., Nourani V., Amini A. B. Dam failure peak outflow prediction through GEP-SVM meta models and uncertainty analysis. *Water Supply*. 2021. URL: <https://doi.org/10.2166/ws.2021.100>
20. Notion. URL: <https://www.notion.so/>
21. Ozkan C., Ozturky C., Sunarz F., Karabogay D. The artificial bee colony algorithm in training artificial neural network for oil spill detection. *Neural Network World*. 2015. № 6/11. P. 473–492.
22. Sun M., Li Y. Eco-Environment Construction of English Teaching Using Artificial Intelligence. *IEEE Access*. 2020. P. 193955–193965.
23. Wang M., Lv Z. Construction of personalized learning and knowledge system of chemistry specialty via the internet of things and clustering algorithm. *The Journal of Supercomputing*. 2022. № 8. P. 10997–11014. URL: <https://doi.org/10.1007/s11227-022-04315-8>