

1. Коломієць А. М., Жовнич О. В. Можливості штучного інтелекту як інноваційної педагогічної технології. *Освіта для цифрової трансформації суспільства : монографія. У 2 т. Т. 1.* 2024. 526 с. С.260-271.

Алла Коломієць
Олеся Жовнич

МОЖЛИВОСТІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК ІННОВАЦІЙНОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

POSSIBILITIES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS AN INNOVATIVE PEDAGOGICAL TECHNOLOGY

Анотація. У статті на основі аналізу найсучасніших наукових публікацій (2023 рік), що наявні у виданнях основних наукометричних баз з'ясовано можливості використання штучного інтелекту в системі освіти. Проаналізовано можливі переваги та недоліки найбільш популярної мовної моделі штучного інтелекту ChatGPT. Зроблено висновок, що за умови дотримання правил і спеціально розроблених алгоритмів ChatGPT можна рвикористовувати як ефективну педагогічну технологію в системі освіти. До переваг використання технології ChatGPT в освітньому процесі віднесено такі: є корисним у виборі цифрових інструментів для створення різноманітних освітніх ресурсів, у виготовленні методичних матеріалів для конкретного заняття; може бути ефективним консультантом і помічником для учня під час виконання ним різноманітних завдань; збагачує освітній процес за допомогою віртуальної реальності, що сприяє розвитку креативного мислення; є засобом розвитку критичного мислення здобувачів освіти; інструментом оптимізації часу і ресурсів; уможливорює адаптацію освітнього процесу до вимог часу.

Ключові слова: інформаційне суспільство, ІКТ, критичне мислення, мовна модель, штучний інтелект, чат-бот, ChatGPT.

Abstract. This article explores the possibilities of using artificial intelligence in the education system based on the analysis of the latest scientific publications (as of 2023) available in major bibliometric databases. The potential advantages and disadvantages of the most popular language model of artificial intelligence, ChatGPT, are analyzed. The conclusion is drawn that, with adherence to rules and specifically designed algorithms, ChatGPT can be utilized as an effective pedagogical technology in the education system.

The advantages of employing ChatGPT technology in the educational process include: being useful in selecting digital tools for creating diverse educational resources, crafting methodological materials for specific lessons; serving as an effective consultant and assistant for students in completing various tasks; enriching the educational process through virtual reality, promoting the development of creative thinking; acting as a valuable tool for fostering the critical thinking of education seekers; serving as an excellent means of time and resource optimization; providing the opportunity to adapt the educational process to the demands of the time.

Keywords: information society, ICT, critical thinking, language model, artificial intelligence, chatbot, ChatGPT.

ВСТУП

Для сучасного інформаційного суспільства характерним є швидке розширення можливостей інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) і їх інтенсивне та ефективне

використання в освітньому процесі (Гуревич, Кадемія, Опушко, Ільніцька, Плахотнюк, 2021; Коломієць, Кушнір, 2023). Пандемія Covid19 спричинила глобальне широкомасштабного впровадження дистанційного навчання з використанням ІКТ, розширення можливостей цих технологій саме для освітнього процесу. Комп'ютер і відповідні комп'ютерні програми стали незамінними засобами навчання, якими швидко оволоділи і педагоги, і учні.

Глобалізаційні процеси, розвиток ІКТ впливають на систему освіти. Кардинальним поворотом у системі освіти стала поява штучного інтелекту (ШІ) та швидкий розвиток його можливостей, використання яких у різних сферах життєдіяльності людини викликало численні дискусії (Візнюк, Буглай, Куцак, Поліщук, Киливник, 2021; Волинець, 2023).

Зауважимо, що можливості ШІ постійно розширюються, а природа його самонавчання ще не повністю вивчена людиною. Залишається відкритим питання про те, чи несе ШІ певні загрози результатам життєдіяльності й самому існуванню людства. Але зупинити чи заборонити його використання люди вже не зможуть, тому нам доведеться навчитись з ним співіснувати й використовувати в корисних цілях, зокрема й у системі освіти.

Мета статті – на основі аналізу найновіших наукових публікацій (2023 рік), що наявні у виданнях основних наукометричних баз, з'ясувати можливості використання штучного інтелекту, зокрема найбільш популярного нині його типу ChatGPT, як педагогічної технології в системі освіти.

Методи дослідження. Для з'ясування можливостей використання штучного інтелекту, зокрема технології ChatGPT в системі освіти, було здійснено нетнографічний аналіз наукометричних баз Scopus, Web of Science, EBSCO, ScienceDirect, Research4Life; бібліографічний аналіз наявних у цих базах наукових публікацій і системний огляд літератури з SWOT-аналізом щодо переваг, проблем і загроз використання ChatGPT в освітньому процесі; анкетування для визначення рівня обізнаності вчителів, учнів і студентів педагогічного університету про можливості використання ШІ в освітньому процесі.

Виклад основного матеріалу

Як свідчить аналіз закордонних публікацій (Chen, 2020a; Chen, 2020b; Strzelecki, 2023a; Strzelecki, 2023b), науковці ще з початку 1960-х років звертали увагу на можливості використання різних форм штучного інтелекту в різноманітних сферах. З того часу відбувається стрімкий прогрес у галузі штучного інтелекту, спектр його можливостей постійно розширюється.

Науковці звертають увагу на те, що сучасне суспільство вже перейшло з ери 4.0, коли відбулась промислова революція внаслідок проникнення ІКТ у всі сфери життєдіяльності людини, до ери 5.0, де технологічні та економічні досягнення використовуються для вирішення проблем шляхом інтеграції віртуального та фізичного світів. І в процесах такої інтеграції суттєву роль відведено штучному інтелекту (Munir, Vogel, Jacobsson, 2022; Siahaan, Muhammad, 2023).

З 2023 року особливої популярності набув генеративний штучний інтелект, що стало новим етапом у розвитку ШІ-технологій (Milmo, 2023). Саме цей тип ШІ, який вміє створювати новий зміст, а не лише розпізнавати шаблони, є основою для систем на кшталт ChatGPT. Застосування таких мовних моделей в освітніх контекстах, як зазначають науковці, має значний трансформаційний потенціал (Chen, 2020a; Chen, 2020b; van Dis, Bollen, Zuidema, van Rooij, Bockting, 2023).

Штучний інтелект – це комп'ютерна система (технологія), здатна виконувати інтелектуальні дії (аналізувати, порівнювати, класифікувати, узагальнювати, робити висновки тощо) замість людини. Але ШІ виконує такі дії значно швидше за людину, опрацьовуючи величезні обсяги інформації різного виду (текстову, графічну, музичну тощо). Тому для будь-якої людини виникає спокуса використати такі можливості ШІ для полегшення власної інтелектуальної діяльності.

Художники почали використовувати ШІ для створення ілюстрацій, композитори – для написання музичних творів, науковці – для аналізу великих масивів даних, фахівці з інших галузей – для генерації текстів і нових ідей, підказок і порад (Волинець, 2023; Pavlik, 2023). Найширшою аудиторією, де, за нашими спостереженнями, найактивніше використовують можливості ШІ, є спільнота студентів та учнів, яка виявила найбільший інтерес до цієї технології і почала використовувати її у різних цілях.

Починаючи з 2023 року, ми спостерігаємо загальну тенденцію зростання уваги науковців до інтеграції штучного інтелекту, зокрема мовних моделей, в освітні процеси. Аналіз міжнародних наукометричних баз Scopus, Web of Science, EBSCO, ScienceDirect, Research4Life показав, що за рік функціонування технології ChatGPT до її можливостей була прикута увага науковців із багатьох країн світу. У кожній із цих баз станом на кінець лютого 2024 року знайдено близько двох тисяч документів із ключовим словом ChatGPT, майже 50% з них стосуються проблем використання цієї технології в освіті.

Аналіз анотацій вказує на те, що в наукових публікаціях зроблено спроби узагальнити основні вектори використання ChatGPT у сфері вищої освіти, оцінити переваги та виклики, визначити рівень застосування цієї технології студентами та викладачами (Chen, 2020a; Chen, 2020b; Pavlik, 2023; Perkins, 2023). Науковці вказують можливості ШІ

підвищити пізнавальний інтерес до навчання, активізувати самостійне навчання на основі індивідуалізації освітнього процесу. Дослідники (Hmoud, Swaity, Hamad, Karram, Daher, 2024) визначили позитивний вплив використання технології ChatGPT на мотивацію учнів і студентів до навчання.

Установлено, що на основі віртуального діалогу технологія ChatGPT здатна визначати рівень знань учня, рекомендувати йому відповідну літературу, робити підказки тощо (Tlili, Shehata, Adarkwah, Bozkurt, Hickey, Huang, Agyemang, 2023). Але роль учителя за умов використання учнями ШІ не зменшується: саме від педагога залежить те, як він скерує пізнавальну активність учнів на основі використання технології ChatGPT, щоб досягти максимально можливого освітнього ефекту.

Як показали наші дослідження, за рік (лютий 2023 - лютий 2024) функціонування в Україні найбільш популярної мовної моделі ШІ – чат-боту ChatGPT, розробленою компанією OpenAI, з його можливостями ознайомились 95,7% студентів педагогічних ЗВО, спробували застосовувати з різною метою 73,9, з них 37,4 % використовують ChatGPT часто, а 62,6% – інколи.

З окремими можливостями ChatGPT знайомі 97,2% учнів середньої і старшої школи, а використовують з навчальною метою лише 56,8%, з них – 21,7% часто, а 78,3% – інколи. Загалом здобувачі освіти (і студенти, і школярі), як показали результати нашого опитування, все частіше використовують ChatGPT для виконання домашніх завдань із навчальних дисциплін гуманітарного та природничого спрямування. Водночас педагогічна спільнота виявилась більш консервативною, хоча уже є дослідження щодо можливостей використання ChatGPT у підготовці фахівців (Коломієць, 2023; Остапович, Остапович, Мазуренко, 2023; Пасічник, 2024).

У результаті опитування встановлено, що всього 34,5 % викладачів вищої школи виявили зацікавленість цією технологією і лише 12,8 % спробували використати її в професійній чи науковій діяльності. На відміну від здобувачів освіти, викладачі помітили багато недоліків у технології ШІ.

Більшість викладачів ЗВО констатують зростання активності студентів щодо використання ШІ для виконання навчальних завдань різного типу. Це викликало певні побоювання, зокрема:

- Чи не порушено у таких випадках правила академічної доброчесності?
- Чи не вплине застосування ШІ на якість засвоєних знань?
- Чи не зашкодить ШІ розвитку навичок самостійної освітньої діяльності?
- Як застерегти здобувачів освіти від бездумного використання ШІ?

- Чи можна заборонити здобувачам використовувати ШІ під час виконання навчальних завдань? Як це можна контролювати?
- Чи не несе ШІ для освіти більше загроз, ніж переваг?

Переважна частина педагогічної спільноти почала сприймати ШІ як джерело нових проблем і викликів у системі освіти. І лише ті, хто заглибився у вивчення можливостей ШІ, змогли належним чином оцінити його недоліки та переваги. Було з'ясовано, що ШІ може аналізувати великі обсяги даних, виявляти зв'язки і закономірності в різноманітних процесах, надавати цінну інформацію для педагога, який прагне зробити заняття більш цікавими й насиченими актуальним змістом. Це уможливить удосконалення методики навчання та адаптацію навчальних матеріалів до вимог сучасного світу.

Використання ШІ в освіті зацікавило також наукову спільноту, з'явилася низка розвідок щодо переваг і недоліків застосування ШІ в освітньому процесі, окремі з них написані частково з використанням самого ШІ, на що вказують автори, наприклад (King, chatGPT, 2023).

Погоджуємось із висновками колективного дослідження науковців з Австралії, Китаю, США і Туреччини щодо вимог безпечного та відповідального впровадження чат-ботів, зокрема ChatGPT, в освіту (Tlili, 2023). Науковці вважають, що ChatGPT спричинить зміну парадигми традиційних підходів до викладання та стимулюватиме реформу навчання в насиченому цифровим потенціалом майбутньому. Нам імпонує також думка авторів цієї статті про необхідність нової філософії навчання, зокрема повернення до методу сократівських дискусій (Tlili, 2023).

Слушною визнаємо пропозицію М. Кінг (King, 2023), що із запровадженням ChatGPT дизайн навчання має вийти за рамки традиційних методів і поєднувати різні методи оцінювання, зокрема групові проекти, практичні заняття та усні презентації.

Корисними є поради української дослідниці Н. Морзе щодо формулювання правильних запитів, оскільки це є запорукою того, що ChatGPT краще зрозуміє завдання й надасть максимально точну відповідь (Морзе, 2024).

Погоджуючись із висновками інших науковців, виокремимо ще кілька переваг раціонального використання технології ChatGPT в освітньому процесі: розвиток критичного мислення здобувачів освіти та застосування чат-боту з виховною метою. Пояснимо наші міркування детальніше.

Результати опитування фахівців, які постійно використовують ChatGPT у професійній діяльності, та аналізу численних вебінарів відповідної тематики, що вже з'явилися в мережі Інтернет, свідчать: більшість користувачів переконані у недосконалості технології ШІ, проте визнають, що вона значно економить час. Помилкові, неповні чи

неточні відповіді чат-боту зумовлені або неправильністю запиту, або обмеженнями (часовими, етичними, технічними, правовими) самої системи. Водночас, відносно прості рутинні операції щодо опрацювання значних обсягів інформації чат-бот виконує майже бездоганно. Проте варто враховувати, що ChatGPT опрацьовує всю наявну в мережі інформацію (правильну і неправильну, не розрізняючи їх), відому на момент оновлення розробниками самої системи.

Педагог має знати про такі особливості функціонування технології ChatGPT і навчити здобувачів освіти використовувати її належним чином, не порушуючи етичних, правових норм і правил академічної доброчесності. Формулюючи завдання різного типу, педагог-професіонал одразу помітить недоліки чи неточності у їх виконанні. Тому цікавим і корисним для здобувачів освіти може бути пошук, аналіз і з'ясування причин таких недоліків у відповідях чат-бота. Можливі причини: неточний чи нечіткий запит користувача; наявність неоднозначних трактувань або різних підходів у науковій теорії; обмеження, накладені на саму технологію її розробниками.

Визначивши недоліки, педагог скеровує здобувачів освіти до пошуку дійсно правильної і точної відповіді з наукових джерел інформації: підручників, монографій, дисертацій, наукових статей, матеріалів конференцій, науково-популярних фільмів тощо. Отже, зекономлений за допомогою ШІ час можна витратити на пошук релевантної наукової інформації, зокрема й у мережі Інтернет. Можна влаштувати змагання, хто швидше знайде помилку у відповідях ШІ; хто швидше знайде правильну відповідь і аргументує її. Таким чином, навчальне заняття перетворюється в захопливий квест, змагання, вікторину.

Окрім того, постійний вдумливий аналіз текстів, згенерованих технологією ChatGPT, привчає здобувачів освіти не вірити будь-яким інформаційним повідомленням, а завжди їх перевіряти, щоб відрізнити правдиві факти від дезінформації. Отже, формується та розвивається критичне мислення студента.

Наші висновки щодо доцільності використання можливостей чат-бота з виховною метою базуються на тому, що технологія ChatGPT спроектована розробниками так для генерування лише етичної, культуро-відповідної, суспільно-доцільної й позитивної інформації. Тобто ChatGPT є висококультурним, розумним та інтелігентним співрозмовником. А це означає, що користувач будь-якого віку зможе звернутись до чат-бота за порадою в різних життєвих ситуаціях. Трапляються випадки, коли дитина соромиться звернутись із запитаннями до дорослого, і тоді ChatGPT може стати розумним радником і навіть другом. Тому завдання педагога - навчити учнів правильно формулювати запит, чітко вказувати свій вік і стать, можливо, країну проживання, щоб чат-бот міг урахувати національні та культурні відмінності.

Українські учні живуть і навчаються в складних умовах воєнного часу, частина з них є внутрішньо переміщеними особами, а деякі змушені жити на чужині. Тому всі вони потребують психологічної підтримки від членів сім'ї педагогів, друзів. Функцію такого друга-порадника може виконувати й ChatGPT. Нижче наводимо приклад його відповіді на запитання учениці 9-го класу (ми виправили пунктуаційні та орфографічні помилки, згенеровані системою):

- Учениця: *Мені 14 років. Я залишилась вдома сама. Мені страшно. Що мені робити?*

- ChatGPT: *Розумію, що тобі може бути страшно. Спробуй зосередитись на чомусь приємному, наприклад: переглянь улюблене відео, почитай книгу, послухай музику або роби те, що тобі подобається. Також важливо повідомити по телефону дорослих про своє місцезнаходження. Якщо ти відчуваєш, що страх перетворюється на тривожність і погані думки, то важливо поговорити з тим, кому довіряєш.*

- Учениця: *Дякую, ти мені дуже допоміг. Чи можеш ти бути моїм другом?*

- ChatGPT: *Розумію, що можуть бути моменти, коли потрібна підтримка і спілкування. Я завжди тут, щоб допомогти тобі і відповісти на твої запитання. Проте важливо пам'ятати, що я – лише програма і не зможу взаємодіяти з тобою, як справжній друг. Тобі краще спілкуватися з друзями і родиною, ділитись з ними своїми думками й почуттями. Але не соромся звертатись до мене, якщо в тебе є якісь запитання або потреба у підтримці.*

Із відповідей програми зрозуміло, що її можна використовувати не лише з навчальною, а й з виховною метою, а також для психологічної підтримки.

Висновки. Враховуючи результати аналізу досліджень щодо переваг використання ChatGPT в освітньому процесі і власний досвід його використання, можемо констатувати, що цей різновид штучного інтелекту - ефективна педагогічна технологія, оскільки має такі можливості:

- є корисним помічником педагогам у виборі цифрових інструментів для створення різноманітних освітніх ресурсів; у виготовленні методичних матеріалів, ілюстрацій до теми уроку;

- може бути ефективним консультантом і помічником учня під час виконання різноманітних завдань;

- збагачує освітній процес віртуальною реальністю, що сприяє розвитку креативного мислення здобувача освіти;
- сприяє оптимізації часу і ресурсів;
- може бути порадиником для учнів у кризових і надзвичайних ситуаціях, надаючи психологічну підтримку;
- адаптує освітній процес до вимог часу.

Проте навіть за таких переваг вважаємо за необхідне наголосити, що ШІ не зможе замінити педагога, який для здобувачів освіти є взірцем високоінтелектуальної, інтелігентної, культурної людини та фахівця. Різні види ШІ можуть стати лише ефективним помічником педагога та інноваційною технологією навчання і виховання, яку мають навчитись раціонально використовувати всі учасники освітнього процесу. За цією технологією майбутнє освіти.

До напрямів подальших досліджень відносимо ті, що визначені на сайті Освіта. UA: «освіта про штучний інтелект, освіта зі штучним інтелектом, освіта для світу зі штучним інтелектом» (Морзе, 2024), погоджуючись, що потрібно знайти баланс між інноваціями і традиціями, між технологічними рішеннями й контекстом їх застосування.

Список використаних джерел:

- Візнюк, І., Буглай, Н., Куцак, Л., Поліщук, А., & Киливник, В. (2021). Використання штучного інтелекту в освіті. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми : збірник наукових праць*. 59. 35-44. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-59-14-22>
- Волинець, В. (2023). Вплив штучного інтелекту на сучасне мистецтво: можливості та виклики. *Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері*. 6(1), 21–31. <https://doi.org/10.31866/2617-796X.6.1.2023.283933>
- Гуревич, Р., Кадемія, М., Опущко, Н., Ільніцька, & Т., Плахотнюк, Г. (2021). Роль цифрових технологій навчання в епоху цивілізаційних змін. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 62. 28-37. <https://vspu.net/sit/index.php/sit/article/view/3742>
- Коломієць, А., & Кушнір, О. (2023). Використання штучного інтелекту в освітній та науковій діяльності: можливості та виклики. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців : методологія, теорія, досвід, проблеми: збірник наукових праць*. 70. 45-57. : <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-1-288>
- Морзе, Н. (2024). *Робота вчителя із ChatGPT: як правильно робити запити*. Взято з: <https://osvita.ua/school/method/91014/> (дата доступу 26.02.2024).
- Остапович, О., Остапович, Н., & Мазуренко, Ю. (2023). ChatGPT у підготовці філологів і перекладачів. Виклики і перспективи. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія»: серія «Філологія»*, 17(85), 200-205. [https://doi.org/10.25264/2519-2558-2023-17\(85\)-200-205](https://doi.org/10.25264/2519-2558-2023-17(85)-200-205)
- Пасічник, О. (2024). *Штучний інтелект в освіті: три аспекти*. Взято з: <https://osvita.ua/school/method/91077/> (дата доступу 26.02.2024)

- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Ieee Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/access.2020.2988510>
- Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G.-J. (2020). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100002. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002>
- Hmoud, M.; Swaity, H.; Hamad, N.; Karram, O.; & Daher, W. (2024). Higher Education Students' Task Motivation in the Generative Artificial Intelligence Context: The Case of ChatGPT. *Information*, 15, 33. <https://doi.org/10.3390/info15010033>
- King, M. R., & chatGPT. (2023). A conversation on artificial intelligence, chatbots, and plagiarism in higher education. *Cellular and Molecular Bioengineering*, 16, 1–2. <https://doi.org/10.1007/s12195-022-00754-8>
- Milmo, D. (2023). *ChatGPT reaches 100 million users two months after launch*. Взято з: <https://www.theguardian.com/technology/2023/feb/02/chatgpt-100-million-users-open-ai-fastest-growingapp>. (дата доступу 26.02.2024).
- Munir, H., Vogel, B., & Jacobsson, A. (2022). Artificial Intelligence and Machine Learning Approaches in Digital Education: A Systematic Revision. *Information*, 13(4), 203. <https://doi.org/10.3390/info13040203>
- Pavlik, J. V. (2023). Collaborating with ChatGPT: Considering the implications of generative artificial intelligence for journalism and media education. *Journalism & Mass Communication Educator*, 78(1), 84-93. <https://doi.org/10.1177/10776958221149577>
- Perkins, M. (2023). Academic integrity considerations of AI large language models in the post-pandemic era: ChatGPT and beyond. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 20(2). <https://doi.org/10.53761/1.20.02.07>
- Siahaan, E. Y. S., Muhammad, I., & Dasari, D. (2023). Trend of critical thinking skill researches in biology education journals across Indonesia: From research design to data analysis. *International Journal of Trends in Mathematics Education Research*, 6(2), 535-550. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13135a>
- Strzelecki, A. (2023a). Students' Acceptance of ChatGPT in Higher Education: An Extended Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *Innovative Higher Education*, <https://doi.org/10.1007/s10755-023-09686-1>
- Strzelecki, A. (2023b). To use or not to use ChatGPT in higher education? A study of students' acceptance and use of technology. *Interactive Learning Environments*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2209881>
- Timms, M. J. (2016). Letting artificial intelligence in education out of the box: educational cobots and smart classrooms. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26, 701–712. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0095-y>
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, 10(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>
- van Dis, E. A. M., Bollen, J., Zuidema, W., van Rooij, R., & Bockting, C. L. (2023). ChatGPT: Five priorities for research. *Nature*, 614(7947), 224–226. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-00288-7>