

О. В. Кудрик<sup>1</sup>  
О. В. Бісикало<sup>1</sup>  
Ю. С. Здітовецький<sup>1</sup>

## МЕТОДИ ТОНКОГО НАЛАШТУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

*Розглянуто підходи до тонкого налаштування штучного інтелекту на основі двох запропонованих методів. З цією метою проведено огляд основних методів донавчання штучного інтелекту, визначено їхні переваги та недоліки. Запропоновані методи мають свої особливості, кожен з них підходить для різних типів завдань.*

*Метод «Крок за кроком» базується на поступовому внесенні інформації до моделі ШІ та перевірці засвоєння цієї інформації на кожному етапі навчання. Використовуючи цей підхід, стає можливим виявляти помилки на ранніх стадіях та надавати додаткову інформацію до моделі, що дозволяє штучному інтелекту краще засвоїти матеріал.*

*У свою чергу, метод «Все одразу» одночасно вносить великий обсяг інформації до моделі ШІ на початковому етапі, після чого розпочинається перевірка засвоєння інформації шляхом задавання запитань. Цей підхід може бути ефективним для завдань, що потребують швидкого навчання та вимагають комплексного розуміння великих обсягів інформації.*

*Кожен з методів має свої переваги та недоліки, ефективність кожного з них може варіюватися в залежності від конкретного контексту застосування. Метод «Крок за кроком» дозволяє штучному інтелекту краще засвоювати деталі, але може вимагати більше часу та ресурсів. Метод «Все одразу» дозволяє швидше досягати результатів, проте може спричинити поверхневе розуміння матеріалу та збільшення кількості помилок.*

*Розроблено блок-схеми кожного з двох методів, проведено порівняльний аналіз ефективності цих методів на прикладі тонкого налаштування моделі ChatGPT. Проведено експериментальну апробацію процесу донавчання ШІ на основі кожного з методів, завдяки чому отримано порівняльну оцінку ефективності результатів тонкого налаштування та дійшли висновків. Результати дослідження можуть бути корисними для розробників та дослідників, які працюють у сфері штучного інтелекту, та можуть допомогти обрати кращий метод донавчання для конкретних завдань.*

*Отже, досліджено модифіковані методи тонкого налаштування штучного інтелекту, які забезпечують використання меншої кількості ресурсів та отримання високої точності та ефективності роботи для конкретних завдань.*

**Ключові слова:** методи навчання, тонке налаштування, штучний інтелект, машинне навчання, моделі, аналіз даних, ChatGPT.

### Вступ

Штучний інтелект (ШІ) — це галузь інформатики, що зосереджена на створенні розумних машин або систем, які здатні виконувати завдання, що зазвичай вимагають людського інтелекту. Моделі та системи штучного інтелекту розробляються для виявлення закономірностей та ухвалення рішень на основі вхідних даних і результатів навчання на власному досвіді.

Фундаментальна мета ШІ полягає у створенні машин або систем, які можуть мислити і діяти так само, як люди. Це питання, яке хвилює вчених і філософів уже багато століть [1].

ШІ сьогодні є основою створення актуальних інформаційних технологій, що мають помітний вплив на різні сфери життя. Завдяки можливості обробляти великі масиви даних, виявляти закономірності та прогнозувати, моделі та засоби ШІ змінили і продовжують змінювати методи ведення бізнесу, управління, навчання та багатьох інших галузей.

Незважаючи на це, ключовий процес навчання моделей ШІ залишається складним та потребує

багато зусиль. Вибір ефективного методу навчання для поставленої задачі є критичним для досягнення високої точності результатів застосування ШІ [2].

Проведене дослідження включає експериментальну частину, де базова модель ChatGPT донавчається за допомогою двох різних методів тонкого налаштування. Проаналізовано результати, виявлено вплив кожного із запропонованих методів на точність відповідей та загальну продуктивність моделі.

*Метою роботи* є модифікація та порівняння ефективності двох методів тонкого налаштування штучного інтелекту на прикладі моделі ChatGPT.

### Огляд методів донавчання штучного інтелекту

Методи донавчання ШІ за визначенням удосконалюють моделі ШІ після початкового навчання, найвідомішими з них є [3]:

1. Трансферне навчання — застосовується для попередньо навченої моделі з метою виконання нових схожих завдань. Тому попередньо налаштовані ваги моделі використовуються як початкова точка, а останні шари нейронної мережі модифікуються за рахунок донавчання на нових даних [4].

2. Тонке налаштування — за цим методом базова модель донавчається на значно меншому, але спеціалізованому (обмеженому) наборі даних. При цьому або заморожуються початкові шари моделі і донавчаються лише останні шари або відбувається донавчання всіх шарів зі зменшеним коефіцієнтом навчання [3], [4].

3. Навчання з підкріпленням — у методі застосовується система винагород для навчання агента та процедури, спрямовані на максимізацію отриманих винагород. При цьому агенти активно взаємодіють з користувачами і навчаються на основі отриманого зворотного зв'язку [5].

4. Ітеративне навчання — метод передбачає регулярне вдосконалення базової моделі шляхом повторюваного навчання на нових даних, що додаються до навчального набору. Цей метод забезпечує актуальність моделі та її пристосованість до змін у даних [5].

5. Навчання з прецедентів — застосовуються достовірні історичні дані та верифіковані приклади для навчання моделі. Це дозволяє моделі ухвалювати рішення на основі порівняння нових даних з раніше вже дослідженими легальними випадками [6].

6. Активне навчання — забезпечує вибір найкорисніших прикладів для навчання моделі, що дозволяє зменшити обсяг ручної розмітки даних. Тому процедури методу зосереджуються на обробленні найскладніших і найважливіших тренувальних прикладів для моделі [7].

Розглянуті методи донавчання покращують результати роботи моделей ШІ, оскільки дозволяють врахувати інколи доволі специфічні текстові дані конкретної задачі. У роботі досліджено практичні аспекти застосування методу донавчання — «Тонке налаштування». Вибір цього методу обумовлено, на думку авторів, такими його перевагами:

1. Ефективність використання даних за рахунок виокремлення спеціалізованих наборів даних для донавчання моделі під конкретну задачу.

2. Швидка адаптація до нових завдань як можливість оперативної модифікації домену даних моделі відносно нових завдань та умов.

3. Економія обчислювальних ресурсів — донавчання моделі відбувається без зміни структури нейронної мережі, а потребує лише застосування спеціалізованих наборів даних.

4. Зменшення ризику перенавчання на великих обсягах текстової інформації внаслідок донавчання моделі на специфічному та відносно малому наборі даних.

5. Легкість реалізації внаслідок того, що донавчання моделі потребує лише підготовки спеціалізованого набору даних для конкретної задачі.

Отже, «Тонке налаштування» є одним з найпростіших та найефективніших методів донавчання ШІ [4] завдяки можливості швидко адаптуватися до нових задач та використовувати спеціалізовані набори даних. Цей метод є особливо цінним в умовах швидкої зміни задачі та високих вимог до продуктивності моделей ШІ. Далі розглянемо дві модифікації методу тонкого налаштування.

### Метод навчання «Крок за кроком»

Пропонується модифікація методу тонкого налаштування, яка забезпечує поетапне засвоєння інформації моделлю ChatGPT задля досягнення високої точності та надійності відповідей. Процес навчання починається з налаштування параметрів роботи ChatGPT. Передбачається встановлення таких параметрів, як «температура», що визначає рівень випадковості у відповідях моделі, а також

інших характеристик, які впливають на поведінку та ефективність роботи ШІ.

Для дослідження методу створюється та налаштовується новий чат з асистентом. На цьому етапі моделі задаються загальні дані про її спеціалізацію та стиль відповідей, щоб вона могла відповідати користувачу відповідно до заданих вимог. Ці налаштування є важливими для адаптації моделі до конкретного контексту використання [8].

Наступним кроком є проведення донавчання розбитим на блоки масивом основної інформації. Моделі надаються основні дані для засвоєння. Після кожного кроку навчання здійснюється перевірка отриманої «порції» матеріалу за допомогою контрольного запитання. Це дозволяє одразу оцінити, наскільки правильно модель ШІ засвоїла надану інформацію.

У разі, якщо відповідь на контрольне запитання є правильною, проміжний результат зберігається, а навчання продовжується з іншими основними даними. У випадку, якщо відповідь неправильна, модель навчається додатковими даними. Якщо після додаткового навчання модель дає правильну відповідь, результат зберігається, навчання продовжується з основними даними. Якщо ж відповідь залишається неправильною, модель навчається додатковими даними задану користувачем  $n$ -у кількість ітерацій.

Якщо після  $n$ -ї кількості спроб навчання з додатковими даними модель не дає правильну відповідь, то алгоритм переходить до наступного блоку основних даних. Цей процес повторюється, поки не буде пройдено всі основні дані.

Після закінчення навчання зберігається остаточний результат, що включає всі проміжні етапи навчання.

Блок-схема запропонованого методу «Крок за кроком» показана на рис. 1.

### Метод навчання «Все одразу»

Запропоновано другу модифікацію методу тонкого налаштування, яка полягає в наданні моделі ChatGPT одразу великого обсягу інформації, після чого здійснюється перевірка засвоєного матеріалу і корекція помилок. Процес донавчання починається з налаштування параметрів роботи ChatGPT. Тут також передбачається встановлення таких параметрів, як «температура», що визначає ступінь випадковості у відповідях моделі, а також інших характеристик, які впливають на поведінку та ефективність роботи ШІ.

Для проведення експериментів створюється та налаштовується новий чат з асистентом. На цьому етапі модель має отримати загальні дані про її спеціалізацію та стиль відповідей, щоб вона могла відповідати користувачу відповідно до заданих вимог. Ці налаштування є важливими для адаптації моделі ШІ до конкретного контексту використання [8], [9].

Далі проводиться навчання моделі шляхом використання вибраного масиву основних даних. На відміну від методу «Крок за кроком», усі дані надаються моделі одразу, без проміжних перевірок. Після завершення початкового навчання здійснюється перевірка засвоєного матеріалу за допомогою всіх контрольних запитань.

Результати перевірки зберігаються та аналізуються для визначення правильних та неправильних відповідей. Відбираються неправильні відповіді для подальшого навчання. Моделі надаються додаткові дані для навчання у тих питаннях, де були допущені помилки. Після цього здійснюється повторна перевірка даних за допомогою контрольних запитань.

У випадку, якщо модель дає правильну відповідь після додаткового навчання, проміжний результат зберігається, і алгоритм переходить до подальших неправильних відповідей.

Якщо після  $n$ -ї кількості спроб навчання з додатковими даними, модель не дає правильну відповідь, алгоритм переходить до подальших неправильних відповідей. Цей процес повторюється, поки не буде пройдено всі дані.

Після закінчення навчання зберігається остаточний результат, що включає всі проміжні етапи навчання.

Блок-схема запропонованого методу «Все одразу» наведена на рис. 2.

### Проведення експериментів та аналіз отриманих результатів

Для проведення експериментів вибрано чотири різні тести: Oracle Apex 2023 року [10], ЗНО з хімії 2024 року [11], ЗНО з української мови 2024 року [12] та ЗНО з географії 2021 року [13].

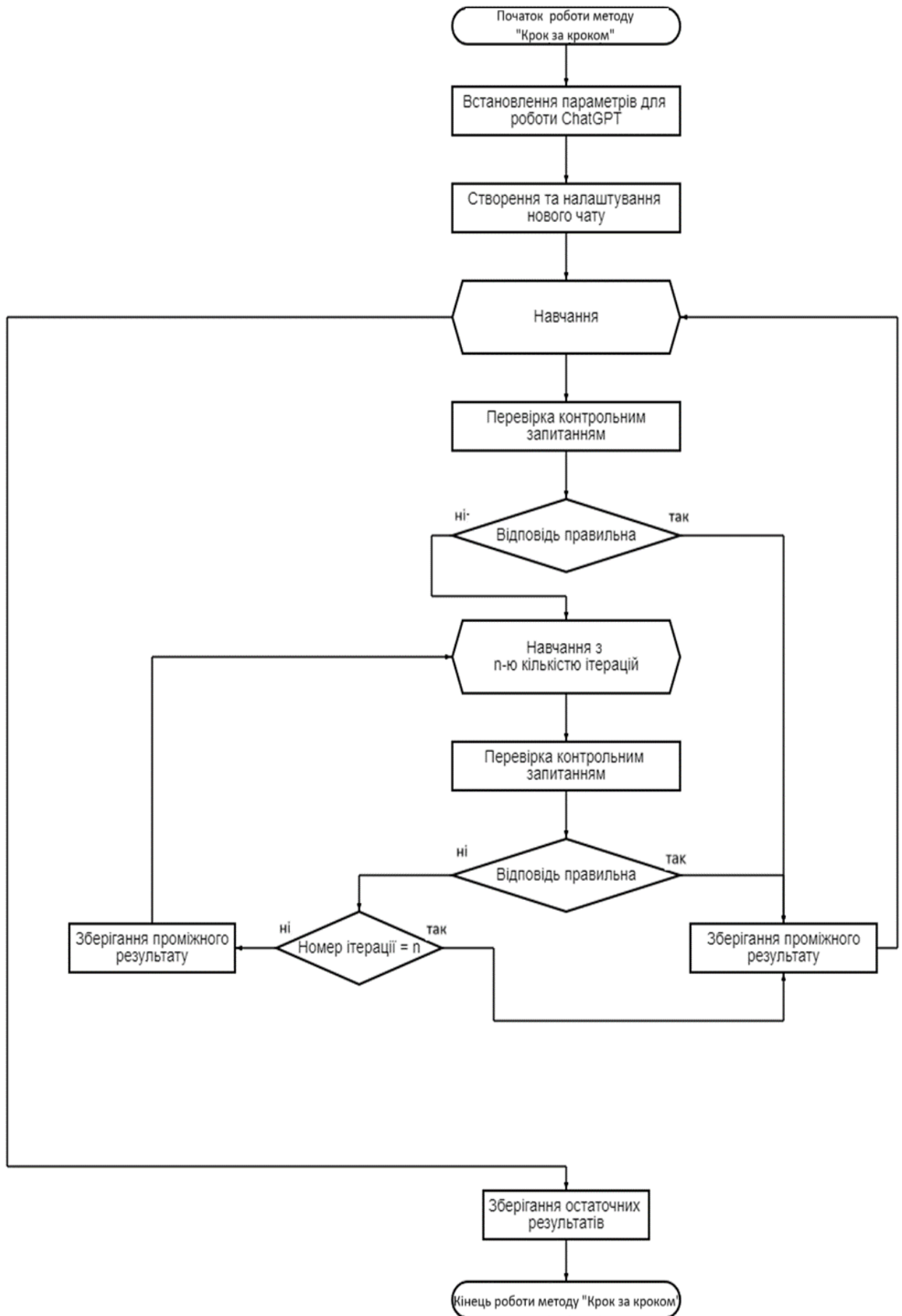


Рис. 1. Блок-схема методу «Крок за кроком»

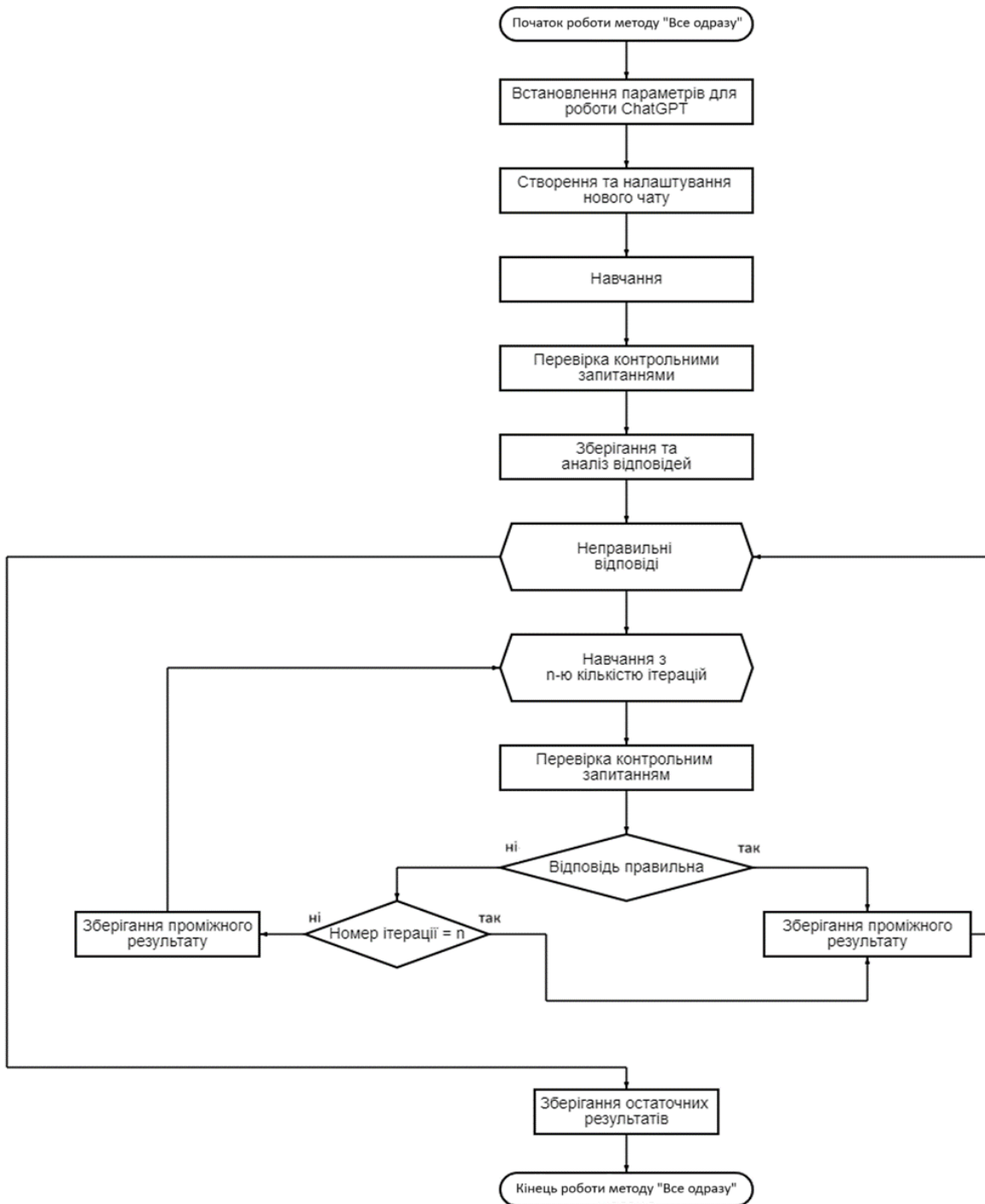


Рис. 2. Блок-схема методу «Все одразу»

Кожний тест складався з визначеної кількості запитань, на які ШІ давав відповіді до та після донавчання. У випадку неправильних відповідей моделі надавалися додаткові дані для корекції помилок. Для аналізу ефективності кожного методу враховувалися тільки ті запитання, на які були дані неправильні відповіді до навчання.

Тест Oracle Apex складався з 50 запитань. До тонкого налаштування, модель ШІ дала 30 правильних відповідей, залишивши 20 неправильних. Використовуючи метод «Крок за кроком», отримано 14 правильних відповідей з першої спроби та ще 2 правильні відповіді після надання додаткових даних, що в сумі склало 16 правильних відповідей з 20 неправильних (80 %). Метод «Все одразу» забезпечив 12 правильних відповідей з першої спроби та ще 3 правильні відповіді після надання додаткових даних, що в сумі склало 15 правильних відповідей з 20 неправильних (75 %).

Результати цього експерименту подано у табл. 1.

Результати тесту з Oracle Apex

Метод	Кількість неправильних відповідей	Правильні відповіді з першої спроби	Правильні відповіді після надання додаткових даних	Загальна кількість правильних відповідей	Загальна кількість правильних відповідей (%)
Крок за кроком	20	14	2	16	80
Все одразу	20	12	3	15	75

Тест ЗНО з хімії складався з 30 запитань. До тонкого налаштування модель ШІ дала 19 правильних відповідей, залишивши 11 неправильних. Використовуючи метод «Крок за кроком», отримано 9 правильних відповідей з першої спроби та ще 1 правильну відповідь після надання додаткових даних, що в сумі склало 10 правильних відповідей з 11 неправильних (90,9 %). Метод «Все одразу» забезпечив 5 правильних відповідей з першої спроби та ще 4 правильні відповіді після надання додаткових даних, що в сумі склало 9 правильних відповідей з 11 неправильних (81,8 %).

Результати цього експерименту зведено у табл. 2.

Таблиця 2

Результати тесту ЗНО з хімії

Метод	Кількість неправильних відповідей	Правильні відповіді з першої спроби	Правильні відповіді після надання додаткових даних	Загальна кількість правильних відповідей	Загальна кількість правильних відповідей (%)
Крок за кроком	11	9	1	10	90,9
Все одразу	11	5	4	9	81,8

Тест ЗНО з української мови складався з 30 запитань. До тонкого налаштування, модель ШІ дала 8 правильних відповідей, залишивши 22 неправильних. Використовуючи метод «Крок за кроком», отримано 12 правильних відповідей з першої спроби та ще 4 правильні відповіді після надання додаткових даних, що в сумі склало 16 правильних відповідей з 22 неправильних (72,7 %). Метод «Все одразу» забезпечив 4 правильні відповіді з першої спроби та ще 11 правильних відповідей після надання додаткових даних, що в сумі склало 15 правильних відповідей з 22 неправильних (68,2 %).

Результати цього експерименту подано у табл. 3.

Таблиця 3

Результати тесту ЗНО з української мови

Метод	Кількість неправильних відповідей	Правильні відповіді з першої спроби	Правильні відповіді після надання додаткових даних	Загальна кількість правильних відповідей	Загальна кількість правильних відповідей (%)
Крок за кроком	22	12	4	16	72,7
Все одразу	22	4	11	15	68,2

Тест ЗНО з географії складався з 54 запитань. До тонкого налаштування, модель ШІ видала 33 правильні відповіді, залишивши 21 неправильну. Використовуючи метод «Крок за кроком», отримано 18 правильних відповідей з першої спроби та ще 1 правильну відповідь після надання додаткових даних, що в сумі склало 19 правильних відповідей з 21 неправильних (90,5 %). Метод «Все одразу» забезпечив 6 правильних відповідей з першої спроби та ще 12 правильних відповідей після надання додаткових даних, що в сумі склало 18 правильних відповідей з 21 неправильних (85,7 %).

Результати цього експерименту подано у табл. 4.

Таблиця 4

Результати тесту ЗНО з географії

Метод	Кількість неправильних відповідей	Правильні відповіді з першої спроби	Правильні відповіді після надання додаткових даних	Загальна кількість правильних відповідей	Загальна кількість правильних відповідей (%)
Крок за кроком	21	18	1	19	90,5
Все одразу	21	6	12	18	85,7

Результати показують, що метод «Крок за кроком» виявився ефективнішим у порівнянні з методом «Все одразу», якщо враховувати загальну кількість правильних відповідей після навчання. Метод «Крок за кроком» дозволив досягти в середньому 83,5 % правильних відповідей після навчання, тоді як метод «Все одразу» — 77,7 %.

Метод «Крок за кроком» забезпечує ретельніше засвоєння матеріалу через поетапне навчання та корекцію помилок на кожному етапі, що дозволяє досягти вищих результатів у порівнянні з методом «Все одразу». Завдяки можливості поступового введення нової інформації і корекції помилок на кожному кроці, цей метод виявився особливо ефективним у складних завданнях, що потребують глибокого розуміння і засвоєння матеріалу.

Метод «Все одразу» також показав високі результати, але трохи поступається методу «Крок за кроком». Цей метод може бути корисним для швидкого навчання, особливо в умовах обмеженого часу. Однак для досягнення високої точності потрібне додаткове навчання і корекція помилок. Цей метод виявився ефективним за великого обсягу інформації, коли потрібно швидко отримати загальне уявлення про матеріал.

### Висновки

Проведено огляд основних методів донавчання штучного інтелекту. Запропоновано дві різні модифікації методу тонкого налаштування штучного інтелекту: метод «Крок за кроком» та метод «Все одразу». Обидва методи мають свої особливості та можуть бути застосовані для різних типів завдань. Проведено серію експериментів з використанням моделі ChatGPT для оцінки ефективності цих методів на прикладі чотирьох різних тестових наборів даних: сертифікація Oracle Apex, ЗНО з хімії, ЗНО з української мови та ЗНО з географії.

Метод «Крок за кроком» базується на поступовому (блочному) засвоєнні інформації з подальшою перевіркою засвоєного матеріалу на кожному етапі навчання. Цей підхід дозволяє виявляти помилки на ранніх стадіях і надавати додаткову інформацію для їхніх виправлень, що сприяє глибшому засвоєнню матеріалу. Результати експериментів показали, що метод «Крок за кроком» забезпечив в середньому 83,5 % правильних відповідей після донавчання.

Метод «Все одразу» передбачає засвоєння великого обсягу інформації з подальшою перевіркою засвоєного матеріалу шляхом постановки контрольних запитань. Цей підхід може бути ефективним для завдань, що потребують швидкого навчання та комплексного розуміння великих обсягів інформації. Однак, результати експериментів показали, що метод «Все одразу» забезпечив в середньому 77,7 % правильних відповідей після донавчання, що трохи поступається методу «Крок за кроком».

Отже, у результаті дослідження запропоновано дві модифікації методу тонкого налаштування штучного інтелекту на прикладі моделі ChatGPT. Результати експериментальної апробації цих модифікацій показали, що метод «Крок за кроком» забезпечує ретельніше засвоєння матеріалу через поетапне донавчання та корекцію помилок на кожному етапі.

Такий підхід є особливо ефективним у складних завданнях, які потребують глибокого розуміння і засвоєння матеріалу. Метод «Все одразу» може бути ефективним для швидкого донавчання моделі ШІ, особливо в умовах обмеженого часу, але для досягнення високої точності необхідне додаткове навчання.

Результати цього дослідження можуть бути корисними для розробників та дослідників, які працюють у сфері штучного інтелекту, оскільки вони допомагають вибрати оптимальний метод донавчання для конкретних завдань. Метод «Крок за кроком» рекомендується використовувати для завдань, що потребують детального розуміння матеріалу, тоді як метод «Все одразу» може бути ефективним для швидкого ознайомлення з великим обсягом інформації.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] М. Мар'єнко, і В. Коваленко «Штучний інтелект та відкрита наука в освіті,» *Фізико-математична освіта*, № 1, с. 48-53, 2023.
- [2] N. Lore et al., "Large model strategic thinking, small model efficiency: transferring theory of mind in large language models," arXiv preprint arXiv:2408.05241, 2024.
- [3] J. Cheonsu, "Fine-tuning and utilization methods of domain-specific llms," arXiv preprint arXiv:2401.02981, 2024.
- [4] R. Mathav et al., "Fine tuning llms for enterprise: practical guidelines and recommendations," arXiv preprint arXiv:2404.10779, 2024.
- [5] H. Sun, "Supervised fine-tuning as inverse reinforcement learning," arXiv preprint arXiv:2403.12017, 2024.

- [6] H. Mentzingen et al., “Textual similarity for legal precedents discovery: Assessing the performance of machine learning techniques in an administrative court,” *International Journal of Information Management Data Insights*, no. 4(2), p.100247, 2024.
- [7] Y. Xie et al., “Active Finetuning: Exploiting Annotation Budget in the Pretraining-Finetuning Paradigm,” *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 23715-23724, 2023.
- [8] *Fine-tuning – OpenAI platform*. [Electronic resource]. Available: [https://platform.openai.com/docs/guides/fine-tuning\\_](https://platform.openai.com/docs/guides/fine-tuning_).
- [9] *API Reference – OpenAI API*. [Electronic resource]. Available: [https://platform.openai.com/docs/api-reference\\_](https://platform.openai.com/docs/api-reference_).
- [10] *Oracle APEX Documentation*. [Electronic resource]. Available: <https://docs.oracle.com/en/database/oracle/apex/index.html>.
- [11] *НМТ онлайн 2024 року з хімії – демоваріант*, сайт ЗНО. Освіта.UA. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zno.osvita.ua/chemistry/574/>.
- [12] *НМТ онлайн 2024 року з української мови – демоваріант*, сайт ЗНО. Освіта.UA. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zno.osvita.ua/ukrainian/568/>.
- [13] *ЗНО онлайн 2021 року з географії – основна сесія*, сайт ЗНО. Освіта.UA. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zno.osvita.ua/geography/476/>.

Рекомендована кафедрою автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 17.07.2024

**Кудрик Олексій Володимирович** — аспірант кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, e-mail: [kudrikalex@gmail.com](mailto:kudrikalex@gmail.com) ;

**Бісікало Олег Володимирович** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, e-mail: [obisikalo@gmail.com](mailto:obisikalo@gmail.com) ;

**Здітовецький Юрій Сергійович** — аспірант кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**O. V. Kudryk<sup>1</sup>**  
**O. V. Bisikalo<sup>1</sup>**  
**Yu. S. Zditovetskiy<sup>1</sup>**

## Methods of Fine-Tuning of Artificial Intelligence

<sup>1</sup>Vinnitsia National Technical University

*Approaches to fine-tuning of artificial intelligence based on two proposed methods are considered. For this purpose, a review of the main methods of retraining artificial intelligence was carried out, their advantages and disadvantages were determined. The proposed methods have their own characteristics, each of them is suitable for different types of tasks.*

*The "Step-by-Step" method is based on multiplying the information entered into the AI verification model and consolidating this information at each stage of training. Using this approach, it becomes possible to detect errors at the early stages and provide additional information to the model, which allows the artificial intelligence to learn the material better.*

*In its turn, the "All at once" method simultaneously introduces a large amount of information to the AI model at the initial stage, after which the verification of the fixed information begins by placing questions. This approach can be effective for tasks that require rapid learning and need complex comprehension of large amounts of information.*

*Each of the methods has its advantages and disadvantages, the effectiveness of each of them may vary depending on the specific context of application. The Step-by-Step method allows the AI to learn the details better, but may require more time and resources. The "All at once" method allows to achieve results faster, but it can lead to a superficial understanding of the material and increase the number of errors.*

*In this work, a schematic block of each of the two methods was developed, a comparative analysis of the effectiveness of these methods was carried out using the example of fine-tuning the ChatGPT model. An experimental approbation of the AI training process was carried out based on each of the methods, due to which a comparative assessment of the effectiveness of the results of fine-tuning was performed and appropriate conclusions were drawn. The results of the study can be useful for developers and researchers working in the field of artificial intelligence and can help to use a better method of retraining for specific tasks.*

*Therefore, modified methods of fine-tuning of artificial intelligence have been studied, which allow using a smaller amount of resources and obtaining high accuracy and efficiency of work for specific tasks.*

**Keywords:** learning methods, fine-tuning, artificial intelligence, machine learning, models, data analysis, chat GPT.

**Kudryk Oleksii V.** — Post-Graduate Student with the Chair of Automation and Intelligent Information Technologies, e-mail: [kudrikalex@gmail.com](mailto:kudrikalex@gmail.com) ;

**Bisikalo Oleh V.** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head with the Chair of Automation and Intelligent Information Technologies, e-mail: [obisikalo@gmail.com](mailto:obisikalo@gmail.com) ;

**Zditovetskiy Yuriy S.** — Post-Graduate Student with the Chair of Automation and Intelligent Information Technologies