

ВОДНА ІНЖЕНЕРІЯ

УДК 004.89:532(07)

CHAT GPT-4O ЯК ДОПОМІЖНИЙ ІНСТРУМЕНТ У ВИВЧЕННІ ГІДРАВЛІКИ

П. В. Гусаренко-Барський

здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, 2 курс,
спеціальність «Гідротехнічне будівництво та водна інженерія»,
навчально-науковий інститут енергетики, автоматики та водного господарства

Р. В. Гусаренко-Барська, Є. В. Гусаренко-Барська

здобувачки вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, 3 курс,
спеціальність «Гідротехнічне будівництво і водна інженерія»,
навчально-науковий інститут енергетики, автоматики та водного господарства
Науковий керівник – д.т.н., професор В. О. Турченко

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

У статті проведено аналіз ефективності використання Chat GPT-4o як допоміжного засобу в навчальному процесі студентами технічних спеціальностей при вивченні дисципліни «Гідравліка». Було перевірено наскільки ШІ генерує релевантну інформацію в цій сфері та чи вміє застосовувати її для практичного використання. Також сформульовано рекомендації щодо використання Chat GPT-4o в навчальних цілях. Chat GPT-4o показав себе як засіб, що володіє базовими знаннями з гідравліки й у більшості випадків може безпомилково розв'язувати лише ті задачі, які можна розв'язати в одну або дві дії, а також трохи з кращою якістю може допомогти обробити дані лабораторних дослідів. Студентам, як майбутнім фахівцям важливо розвивати критичне мислення, комунікативні навички, а також творчий підхід та незалежність при використанні ШІ. Тому необхідно встановлювати обмеження використання засобів ШІ в навчальному процесі й надавати перевагу традиційним методам навчання, особливо якщо це стосується вивчення точних наук.

Ключові слова: штучний інтелект, Chat GPT, гідравліка, навчальний процес.

The paper analyzes the effectiveness of using Chat GPT-4o as an auxiliary tool in the educational process by students of technical specialties in the study of the Hydraulics discipline. It was checked to what extent AI generates relevant information in this area and whether it can apply it for practical use. Recommendations for using Chat GPT-4o for educational purposes were also formulated. Chat GPT-4o has proven to be a tool that has basic knowledge of hydraulics and in most cases can accurately solve only those problems that can be solved in one or two steps, and can also help process laboratory data. As future professionals, it is important for students to develop critical thinking, communication skills, as well as creativity and independence when using AI. Therefore, it is necessary to set limits on the use of AI tools in the educational process and give preference to traditional teaching methods, especially when it comes to studying the exact sciences.

Keywords: artificial intelligence, Chat GPT, hydraulics, educational process.

Сьогодні штучний інтелект (ШІ) запроваджено у багатьох галузях та сферах життя як помічний засіб, а у деяких сферах як провідну технологію, яка може бути представлена у вигляді інтелектуальних систем, мобільних застосунків та вебсервісів. Значного поширення

ШІ набув у різних галузях та секторах освіти. Під час навчального процесу студенти часто користуються чат-ботами та голосовими помічниками, які здатні відповідно до запиту користувача генерувати тексти подібні до тих, які пише людина.

Згідно з топ-рейтингом чат-ботів на основі ШІ перше місце займає Chat GPT [1]. Chat GPT-4o є новою флагманською багатомодальною мовною моделлю, створеною передовим постачальником технологій на базі ШІ Open AI, яка була анонсована 13 травня 2024 року і стрімко набула популярності серед користувачів. Аббревіатура GPT означає Generative Pre-Trained Transformer (Генеративний попередньо навчений трансформатор), а 4o визначає модель як покращену версію GPT-4 Turbo і вважається розумнішою за його попередників (GPT-4, GPT-3.5 тощо). Відмінністю GPT-4o є здатність розмірковувати, розв'язувати складні математичні задачі, кодувати, генерувати відповіді голосом схожим на людський, а також розуміти будь-яку комбінацію тексту, зображень чи аудіозаписів та надавати відповіді у будь-якій з цих форм з середнім часом відгуку 320 мілісекунд. Додатково модель GPT-4o володіє розширеними можливостями обробки понад 50 різних мов, та здатна аналізувати настрої користувача, генеруючи відповідь з різним емоційним забарвленням [2].

Багато дискусій ведеться стосовно інтеграції ШІ в освітній процес студента з метою висвітлення можливостей та ризиків пов'язаних з його використанням, а також для розробки рекомендацій, які б мінімізували негативні аспекти. Згідно з опитуваннями, які були проведені 2023 року у вищих навчальних закладах України, а саме Національному університеті імені Тараса Шевченка, Державному університеті інформаційно-комунікаційних технологій та Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова, частка студентів, що користуються інструментами ШІ як допоміжними засобами у навчальному процесі склала близько 66%. Близько 33% опитуваних зазначили, що не завжди задоволені якістю відповідей ШІ на їхні запити [3].

Інші дослідження, метою яких було вивчення впливу Chat GPT на українську освіту показують, що серед 1035 респондентів, якими були студенти, вчителі середніх та початкових шкіл, викладачі та інші фахівці галузі освіти, і які мають досвід використання Chat GPT у навчальному процесі, 65,3% з них вважають цей інструмент корисним, або принаймні еквівалентним за перевагами та недоліками. Було виділено основні переваги: економія часу та збільшення інтересу студента до предмета, водночас практично всі респонденти виявили занепокоєння щодо збільшення ризику плагіату, розвитку залежності від чат-бота, формування неправильного розуміння інформації, зростання кількості помилок та деградація комунікативних навичок [4]. Більше 15% виступили проти використання Chat GPT в освітньому процесі. Серед респондентів були й ті, що не пов'язують негативні явища в освіті з використанням Chat GPT, їхня частка склала близько 7%. Однак саме через недоброчесне використання ШІ зараз дуже загострилося питання плагіату в освіті. З цієї причини 13 березня 2024 року Європейський парламент ухвалив Регламент про штучний інтелект, яким передбачено здійснення оцінки ризиків та встановлення стандартів прозорості та безпеки. Згодом в Україні Верховна Рада ухвалила законопроект про академічну доброчесність, яким передбачено відповідальність за написання наукових робіт з використанням ШІ та плагіат у науковій діяльності [13]. Це свідчить про посилення контролю за використанням ШІ для запобігання загроз, які реально існують.

Дослідники І. Козубай, Л. В. Скасків, Богату С. І., С.О Подласов та інші присвячують свої роботи вивченню можливості використання ШІ при здобутті студентами конкретної спеціальності чи вивченні окремих дисциплін, що входять до навчальної програми. Таким чином проведено комплексний аналіз впливу штучного інтелекту на викладання та вивчення іноземних мов [5], досліджено спроможність ШІ викладати математику та готувати студентів до екзаменів [6], вивчено можливість імплементації Chat GPT в процес викладання природничих дисциплін [7], а також застосування Chat GPT у навчанні фізики бакалаврів

технічного університету [8]. Більшість з них приходять до висновку, що Chat GPT є перспективним інструментом, який має високий потенціал змінити освітній процес, роблячи його доступнішим та персоналізованим, але разом з тим потребує доопрацювань і зваженого підходу, а людський фактор лишається вирішальним у сфері майбутніх спеціалістів [5; 6; 7; 8]. Зважаючи на стрімке поширення ІІІ та виклики, що постають перед студентами технічних спеціальностей під час вивчення дисципліни «Гідравліка», де вони вивчають закони рівноваги та руху рідин, а також способи застосування цих законів для розв'язання конкретних технічних завдань [9], виникає необхідність оцінки ефективності Chat GPT-4o, як допоміжного інструмента засвоєння даного матеріалу.

Метою дослідження є аналіз можливостей та ризиків пов'язаних з використанням Chat GPT-4o студентами технічних спеціальностей при вивченні гідравліки та розробка рекомендацій щодо його використання в цій сфері.

Методи дослідження. З Chat GPT-4o було проведено чимало дискусій, в яких ми охопили наступні розділи гідравліки: гідростатика; динаміка рідини; гідравлічні опори та рух рідини в напірних трубопроводах; рух рідини у відкритих руслах та водозливи. Запити здійснювалися з проханням пояснити теорію, допомогти з розв'язком задач та обробкою даних, отриманих під час лабораторних досліджень. Базою порівняння для оцінки якості та правильності відповідей слугували матеріали, викладені у підручнику Ю. П. Рогалевича «Гідравліка» [10], методичні вказівки до вивчення, практичної та самостійної робіт із навчальної дисципліни «Гідравліка» авторки Токар Л. О. [11], та збірник задач з гідравліки Д. А. Бутаєва [12]. Ми використали наступну систему оцінювання відповідей:

A (відмінно) – відповідь повністю правильна з першої спроби;

B (задовільно) – відповідь правильна, але неповна, або частково правильна, після кількох додаткових запитів помилки були повністю виправлені;

C (достатньо) – відповідь неповна, містить грубі помилки, які не виправлялися, або виправлялися після довгої дискусії;

D (незадовільно) – відповідь на запит відсутня або неправильна і після додаткових запитів не виправляється.

Результати та обговорення. Спершу ми поцікавились у Chat GPT-4o, яким чином він здатний допомогти студентам технічних спеціальностей під час вивчення гідравліки. У відповідь ми отримали згенерований список, що включав наступні можливості: пояснення концепцій; роз'яснення задач; аналіз практичних ситуацій; підготовка до іспитів; підказки щодо використання програмного забезпечення (HEC-RAS або EPANET); допомога з курсовими роботами та дослідженнями. Сам Chat GPT вважає себе ефективним засобом для розвитку навичок самоорганізації у студентів, який стимулює їх до самостійної роботи та запобігає списуванню. Зрештою, після недовгої дискусії, Chat GPT визнав небезпеки, пов'язані з його використанням: сприяння пасивному навчанню та пригнічення критичного мислення; неправильність та неточність відповідей у деяких випадках; сприяння списуванню та плагіату; нездатність врахувати специфічні контексти для розв'язку задач; перешкоджання розвитку здібностей моделювання та програмування; втрата практичних навичок у студентів [14].

1. Пояснення теорії: Було виявлено, що з поясненням теорії у GPT виникає менше труднощів ніж з виконанням практичних завдань, таких як розв'язок задач або обробка результатів лабораторних досліджень. Хоча GPT намагається робити свої відповіді структурованими та розгорнутими, досить часто він не враховує деякі важливі аспекти, без яких неможливо сформулювати у студента цілком правильне та вичерпне розуміння про те чи інше явище. До прикладу, таке базове поняття як «гідростатичний тиск» Chat GPT пояснює наступним формулюванням: «тиск, який виникає в рідині, внаслідок її ваги, коли рідина перебуває у стані спокою. Цей тиск зростає з глибиною, оскільки на кожний нижчий шар

рідини діє вага всіх верхніх шарів» (рис. 1) [14].

 **Гідростатичний тиск** — це тиск, який виникає в рідині внаслідок її власної ваги, коли рідина перебуває у стані спокою. Цей тиск зростає з глибиною, оскільки на кожен нижчий шар рідини діє вага всіх верхніх шарів.

Формула для розрахунку гідростатичного тиску:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

де:

- P — гідростатичний тиск,
- ρ — густина рідини (кг/м^3),
- g — прискорення вільного падіння ($\approx 9.81 \text{ м/с}^2$),
- h — глибина або висота стовпа рідини над точкою вимірювання (м).

Гідростатичний тиск діє однаково в усіх напрямках і не залежить від форми посудини, а лише від глибини та густини рідини.

Рис. 1. Визначення поняття «гідростатичний тиск», запропоноване чатом GPT

В цілому відповідь правильна, в ній висвітлено фундаментальні аспекти гідростатичного тиску, такі як природа його виникнення та залежність величини від глибини занурення. Зауважимо, що GPT вжив неоднозначне словосполучення «шари рідини», яке може створити хибну уяву ніби тиск у рідині залежить від її «шарів», а не від висоти стовпа рідини. Також можна додати, що таке явище стосується не лише рідин, але і газів. Відповідь містила формулу для розрахунку

величини гідростатичного тиску, втім не було продемонстровано її виведення та не вказано одиниці виміру. Усе це ми одразу знаходимо у підручнику. Помітно, що Ю. П. Рогалевич надає точніше пояснення, вказуючи, що гідростатичний тиск є напруженням, аналогічним нормальним напруженням у твердих тілах, яке виникає всередині об'єму рідини у стані рівноваги внаслідок дії зовнішніх масових та поверхневих сил. Окрім того, він наводить дві основні властивості гідростатичного тиску, а саме, його постійну спрямованість по внутрішній нормалі до поверхні, на яку він діє та незалежність значення гідростатичного тиску від орієнтації у просторі поверхні, обґрунтовуючи це математично та візуалізуючи це в рисунках [10, С. 24].

Явище турбулентного перемішування GPT пояснив як перенесення імпульсу, тепла і маси в рідині або газі, що супроводжується хаотичними та випадковими рухами частинок, які утворюють вихори різних масштабів, і які інтенсивно взаємодіють одне з одним. У противагу він поставив ламінарний потік, де рух частинок відбувається у паралельних шарах потоку, а також вказав основні характеристики турбулентного перемішування: хаотичність; наявність вихорів; енергійне перемішування. Таке пояснення добре формує уявлення про те що собою являє турбулентність потоку, але знову ж таки, варто було б уточнити, що у випадку турбулентності під час взаємодії вихорів відбувається і їхній розпад й разом з тим формування нових вихорів. На відміну від GPT, Ю. П. Рогалевич, окрім визначення, акцентує, що на характеристиках турбулентності потоків ґрунтуються чисельні інженерні розрахунки процесів тепло- і масообміну в атмосфері та гідросфері, технологічних процесах, руху наносів, що висвітлює ситуації, які потребують глибокого розуміння такого явища. У підручнику зазначено про пульсації швидкості, тиску та дотичного напруження у ламінарній плівці як про важливі компоненти для розуміння турбулентності поблизу стінок [10, С. 95]. Натомість GPT упустив ці нюанси. Не згадав він і про коефіцієнт Рейнольдса, за допомогою якого можна визначити міру співвідношення між силами в'язкості та інерції в потоці рухомої рідини й таким чином визначити режим потоку.

В іншому випадку бачимо, що перш ніж пояснити, яким чином була розроблена формула для визначення узагальненого коефіцієнта шорсткості русла, Ю. П. Рогалевич звертає увагу студента на фактори, що викликали необхідність пошуку такого значення на прикладі каналу Каховської системи. За його словами канал облицьовано бетоном лише у зоні коливання рівня горизонту води й тому досить складно визначити гідравлічні радіуси

тих частин площі живого перерізу, які відповідають тій чи іншій шорсткості русла. Формула для визначення коефіцієнту представлена у вигляді:

$$n_{\text{зг}} = \sqrt{\sum n_i^2 \cdot \chi_i / \sum \chi_i}, \quad (1)$$

де χ_i – довжина частини змоченого периметра з коефіцієнтом шорсткості n_i [10, С. 183]. GPT не лише не обґрунтував необхідність врахування цього коефіцієнту, але вирішив «спростити» його розрахунок (рис. 2).

4. Визначити узагальнений коефіцієнт шорсткості $n_{\text{зг}}$ за формулою середньозваженого коефіцієнта шорсткості:

$$n_{\text{зг}} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^k P_i}$$

де:

- k – кількість ділянок з різною шорсткістю,
- n_i – коефіцієнт шорсткості для i -тої ділянки,
- P_i – гідравлічна частка периметру для i -тої ділянки.

Розрахунки за такою формулою будуть некоректними, оскільки в ній не враховано нелінійний вплив шорсткості на гідравлічний опір.

Подібних прикладів можна підібрати безліч, достатньо здійснити запит і порівняти відповідь з надійними джерелами. У таких випадках можна здійснити додаткові уточнювальні запити, або вказати на виявлену помилку чи

Рис. 2. Фрагмент відповіді чату GPT на запит формули для визначення узагальненого коефіцієнта шорсткості русла

неточність. З більшою ймовірністю GPT чемно подякує за зауваження та скоригує свою відповідь. Інколи для досягнення бажаного результату доводиться проводити затяжну бесіду. Для отримання задовільної відповіді на запит формули для визначення узагальненого коефіцієнта шорсткості каналу зі змінною по периметру шорсткості було внесено понад 5 правок.

В середньому пояснення теорії за допомогою GPT-4o можна оцінити як задовільне (В), таку оцінку Chat GPT отримав пояснюючи явище гідростатичного тиску, фізичний закон, що виражає рівняння Бернуллі для елементарної струминки, також механізм турбулентного перемішування та модель Рейнольдса – Бусінеска турбулентного потоку. Трохи складнішим для нього виявилось пояснення теорії стосовно руху рідин у відкритих руслах, а саме визначення узагальненого коефіцієнта шорсткості каналу зі змінною по периметру шорсткістю, у цьому випадку відповідь оцінена як достатня (С).

2. Розв'язок задач. Що стосується обрахунку окремих базових величин, таких як витрата Q , сила гідростатичного тиску P , швидкість руху потоку рідини V , площа поперечного перерізу трубопроводу A , і якщо в запиті будуть відсутні умови, які б ускладнили задачу, GPT справляється на відмінно. Однак, якщо попросити його здійснити складніші обрахунки, наприклад розрахувати силу тиску рідини, що діє на криволінійну поверхню, занурену у цю рідину, він помилково використовує формулу для тієї ж величини, але у випадку, коли сила тиску діє на прямолінійну поверхню (рис. 3):

Правильно було б скористатися формулою, яка враховує вертикальну та горизонтальну складову гідростатичного тиску:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2}, \quad (2)$$

де P_x – горизонтальна складова тиску, а P_z – вертикальна. Навіть після того, коли ми вказали на цю помилку було досить складно досягти правильної відповіді, оскільки GPT використовував неправильні формули для розрахунку складових заданої величини. У

методичних вказівках вказано, що вертикальна складова тиску P_z розраховується як добуток густини рідини ρ , прискорення вільного падіння g та об'єму «тіла тиску» W_T [11, С. 9–10]:

$$P_z = \rho \cdot g \cdot W_T, \quad (3)$$

натомість GPT вирішив замінити об'єм «тіла тиску» на висоту стовпа рідини, яка на його думку дорівнює радіусу затвора R (рис. 4):

2. Визначимо силу тиску на затвор: Сила тиску F на затвор визначається як добуток тиску на площу поверхні затвору. Площа циліндричної поверхні, що підлягає дії тиску, розраховується як:

$$A = b \cdot h$$

Оскільки затвор має криволінійну поверхню, ми можемо врахувати, що середній тиск діє на всю площу:

$$F = P \cdot A$$

Тепер обчислимо:

1. Обчислимо гідростатичний тиск:

$$P = 1000 \cdot 9.81 \cdot 1.4 \approx 13734 \text{ Па (или Н/м}^2\text{)}$$

2. Обчислимо площу затвору:

$$A = b \cdot H = 3 \cdot 1.4 = 4.2 \text{ м}^2$$

3. Обчислимо силу тиску:

$$F = P \cdot A = 13734 \cdot 4.2 \approx 57688.8 \text{ Н}$$

Рис. 3. Хід розв'язку задачі з визначення силу тиску рідини, що діє на криволінійну поверхню чатом GPT

Врахування вертикальної складової тиску

3. Сила тиску, враховуючи вертикальну складову

При розрахунку сили тиску з урахуванням вертикальної складової тиску, використовуємо формулу:

$$P_z = \rho g H$$

де $H = R$.

Рис. 4. Формула, запропонована чатом GPT для розрахунку вертикальної складової гідростатичного тиску, що діяв на криволінійну поверхню

Багато помилок містилося у розв'язку інших задач. При вираженні середньої швидкості руху потоку V_1 у ширшому перерізі трубопроводу (зі змінним перерізом) з рівняння Бернуллі, яке згідно з умовою задачі має вигляд:

$$h + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{V_2^2}{2g}, \quad (4)$$

(h – різниця показів п'єзометрів різних перерізів трубопроводу, V_2 – середня швидкість руху потоку у другому перерізі), GPT представив її як підкореневе значення суми квадрата середньої швидкості V_2 у другому перерізі та складової частини рівняння $2gh$ (рис. 5):

6. Перепишемо формулу для обчислення швидкості v_1 :

$$v_1^2 = v_2^2 + 2gh$$

7. Підставимо значення $g = 9.81 \text{ м/с}^2$:

$$v_1^2 = (4.58)^2 + 2 \cdot 9.81 \cdot 1$$

$$v_1^2 = 20.9764 + 19.62 \approx 40.5964$$

$$v_1 \approx \sqrt{40.5964} \approx 6.37 \text{ м/с}$$

Рис. 5. Фрагмент розв'язку чатом GPT задачі на визначення середньої швидкості руху потоку

У формулі допущена груба помилка, а саме – використання операції сумування, замість знаходження різниці підкоренових значень. GPT не впорався з першої спроби з розрахунком, який базувався на простих алгебраїчних правилах. Студент цього може не помітити й водночас сприйняти такий спосіб розв'язку як правильний і у майбутньому припускати тих самих помилок. Подібні помилки GPT

допускав чи не в кожній задачі, яку ми пропонували йому розв'язати. Рівень розв'язку близький до незадовільного, але оскільки протягом тривалих дискусій ШІ вдавалося виправити помилки ми оцінили його як «достатній» – С. Таку оцінку GPT отримав по кожному розділу.

3. Обробіток даних лабораторних дослідів. Без жодних зауважень ШІ справився з обробітком даних, отриманих під час лабораторних досліджень напірного руху рідини в трубі змінного перерізу з метою визначення п'єзометричного та гідравлічного похилів. З першої спроби йому вдалося бездоганно визначити й режими руху рідини у напірному трубопроводі, а також визначити стан водозливу (підтоплений/непідтоплений) з тонкою стінкою. До того ж за нашим проханням усі ці записи він зумів оформити у вигляді таблиць (рис. 6):

Ось таблиця з результатами, де включені формули для обчислень:

Величина	Формула	Розрахунок	Результат
Об'ємна витрата Q	$Q = \frac{W}{T}$	$Q = \frac{3.8 \times 10^{-3}}{47.8}$	$Q = 7.95 \times 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$
Швидкість потоку v_1	$v_1 = \frac{Q}{A_1}, A_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}$	$v_1 = \frac{7.95 \times 10^{-5}}{\frac{\pi \cdot 0.01^2}{4}}$	$v_1 = 0.169 \text{ м/с}$
Швидкість потоку v_2	$v_2 = \frac{Q}{A_2}, A_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}$	$v_2 = \frac{7.95 \times 10^{-5}}{\frac{\pi \cdot 0.01^2}{4}}$	$v_2 = 1.012 \text{ м/с}$
Швидкість потоку v_3	$v_3 = \frac{Q}{A_3}, A_3 = \frac{\pi d_3^2}{4}$	$v_3 = \frac{7.95 \times 10^{-5}}{\frac{\pi \cdot 0.01^2}{4}}$	$v_3 = 0.169 \text{ м/с}$
Втрати напору $h_{\text{вирт},1-2}$	$h_{\text{вирт}} = (z_1 + \frac{p_1}{\rho g}) - (z_2 + \frac{p_2}{\rho g}) - \frac{v_1^2}{2g} + \frac{v_2^2}{2g}$	$h_{\text{вирт},1-2} = (0.514 - 0.436) - \frac{0.169^2}{2 \cdot 9.81} + \frac{1.012^2}{2 \cdot 9.81}$	$h_{\text{вирт},1-2} = 0.027 \text{ м}$
Гідравлічний похил $i_{\text{гидр},1-2}$	$i_{\text{гидр}} = \frac{h_{\text{вирт}}}{L}$	$i_{\text{гидр},1-2} = \frac{0.027}{0.165}$	$i_{\text{гидр},1-2} = 0.165 \text{ м/м}$
Втрати напору $h_{\text{вирт},2-3}$	$h_{\text{вирт}} = (z_2 + \frac{p_2}{\rho g}) - (z_3 + \frac{p_3}{\rho g}) - \frac{v_2^2}{2g} + \frac{v_3^2}{2g}$	$h_{\text{вирт},2-3} = (0.436 - 0.47) - \frac{0.169^2}{2 \cdot 9.81} + \frac{0.169^2}{2 \cdot 9.81}$	$h_{\text{вирт},2-3} = 0.017 \text{ м}$
Гідравлічний похил $i_{\text{гидр},2-3}$	$i_{\text{гидр}} = \frac{h_{\text{вирт}}}{L}$	$i_{\text{гидр},2-3} = \frac{0.017}{0.15}$	$i_{\text{гидр},2-3} = 0.112 \text{ м/м}$
П'єзометричний похил $i_{\text{п'єз},1-2}$	$i_{\text{п'єз}} = \frac{(z_1 + \frac{p_1}{\rho g}) - (z_2 + \frac{p_2}{\rho g})}{L}$	$i_{\text{п'єз},1-2} = \frac{0.514 - 0.436}{0.165}$	$i_{\text{п'єз},1-2} = 0.473 \text{ м/м}$
П'єзометричний похил $i_{\text{п'єз},2-3}$	$i_{\text{п'єз}} = \frac{(z_2 + \frac{p_2}{\rho g}) - (z_3 + \frac{p_3}{\rho g})}{L}$	$i_{\text{п'єз},2-3} = \frac{0.436 - 0.47}{0.15}$	$i_{\text{п'єз},2-3} = -0.227 \text{ м/м}$

Якщо потрібно, може додати ще пояснення до окремих етапів! 😊

Рис. 6. Приклад оформлення чатом GPT розрахунків у вигляді таблиці

Перейшовши до складнішого розділу гідравліки, а саме – гідравлічні опори і рух рідини в напірних трубопроводах GPT припустився помилки при обчисленні коефіцієнту опору при раптовому розширенні трубопроводу, який згідно з задачником [12, С. 154] обчислюється наступним чином:

$$\xi = \left(\frac{F_2}{F_1} - 1 \right)^2, \quad (5)$$

де F_1 та F_2 – площі вузького та широкого перерізу потоку відповідно. Насамперед ШІ

сплутав місцями зменшуване та від’ємник, а площу вужчого перерізу записав у чисельнику, а ширшого у знаменнику (рис. 7):

Розглянемо ще раз розрахунок коефіцієнта опору при раптовому розширенні. За формулою для такого випадку коефіцієнт опору ξ визначається як:

$$\xi = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2,$$

де A_1 і A_2 — площі поперечних перерізів у вузькій і широкій частинах труби відповідно.

Рис. 7. Формула, якою користується GPT для визначення коефіцієнта опору при раптовому розширенні трубопроводу

Спроби дійти до правильної відповіді без відвертих підказок виявилися марними, GPT зміг виправити відповідь лише після того, як ми конкретизували якої саме помилки він припустився.

Таким чином, III тричі впорався з запропонованими завданнями на відмінно – А. Дослід також показав, GPT слабо володіє формулами для розрахунку коефіцієнтів місцевих

опорів у трубопроводах, саме через це один з його розв’язків отримав нижчу оцінку – С. Результати з відповідними оцінками структуровано в наступній таблиці.

Таблиця

Зведені оцінки GPT-4o

Розділ гідравліки	Завдання	Оцінка
1. Статика рідини і газів	Визначення поняття «гідростатичний тиск»	В
	Розрахунок сили тиску, що діє на криволінійну поверхню занурену у рідину	С
	Обробка даних отриманих під час лабораторного дослідження напірного руху рідини в трубі змінного перерізу	А
2. Гідродинаміка рідини і газів	Пояснення фізичного закону, що виражає рівняння Бернуллі для елементарної струминки	В
	Розв’язання задачі з використанням рівняння Бернуллі	С
	Обробіток даних отриманих під час лабораторного дослідження режимів руху в напірній трубі	А
3. Гідравлічні опори і рух рідини в напірних трубопроводах	Пояснення механізму турбулентного перемішування та модель Рейнольдса – Бусінеска турбулентного потоку	В
	Розрахунок коротких трубопроводів	С
	Обробка даних отриманих під час лабораторного дослідження втрат напору та коефіцієнта опору при раптовому розширенні потоку в напірному трубопроводі	С
4. Рух рідини у відкритих руслах та водозливи	Надання пояснень стосовно визначення узагальненого коефіцієнта шорсткості каналу зі змінною по периметру шорсткості	С
	Розрахунок гідравлічного стрибка	С
	Обробка даних отриманих під час лабораторного дослідження водозливу з тонкою стінкою	А

Враховуючи безперервний розвиток та вдосконалення розробниками технології ІІІ, ми не можемо робити остаточні висновки про користь її застосування в цілях навчання. Але на цьому етапі традиційні методи, такі як взаємодія з викладачем, а також використання книжок, довідників та інших навчальних ресурсів можна вважати ефективнішими. Особливо коли питання стосується студентів технічних спеціальностей, яким критично важливо володіти не лише теоретичним матеріалом, але й розуміти як ті чи інші процеси

відбуваються на практиці, вміти втілювати ідеї у життя.

Цього разу ми переконалися, що теорія, викладена у підручнику, однозначно краще сприяє формуванню цілісної картини про об'єкт вивчення. Це зумовлено не лише відсутністю помилок та забезпеченням правдивості викладених матеріалів, але й поглибленим поясненням тем, які мають чітку та логічну послідовність – кожна наступна тема обов'язково включає елементи матеріалу, викладеного у попередніх. Така послідовність допомагає швидко засвоювати нову інформацію та формувати цілісний погляд на усі явища, що відбуваються, наприклад, з рідинами за різних умов. Усі відповіді, які надає Chat GPT потребують ретельної перевірки, а передбачити й окреслити такі помилки неможливо, тобто ми не можемо повністю довіряти цій технології. Студентам варто бути дуже уважними та обережними під час таких дискусій з Chat GPT. Загальна картина може виглядати досить добре, а миттєвість відповідей підсилює цей ефект, але у відповідях досить часто містяться дрібні помилки, які порушують хід розрахунку задачі та спотворюють результати. У випадку розв'язку задач рекомендується здійснювати короткі запити, тобто розкласти складну задачу на певні частини і послідовно пропонувати ШІ пояснювати чи розв'язувати кожную окремо. Це допомагає уникнути плутанини, а також швидкому виявленню помилок у разі їх наявності.

Висновки. Chat GPT-4o показав себе як засіб, що володіє базовими знаннями з гідравліки й у більшості випадків може безпомилково розв'язувати лише ті задачі, які можна розв'язати в одну або дві дії, а також трохи з кращою якістю може допомогти обробити дані лабораторних дослідів з оформленням кінцевого результату у вигляді таблиць. Разом з тим у його відповідях досить часто містяться помилки, особливо в розрахункових формулах. Такі помилки можуть бути одразу не виявленими студентами, що може негативно вплинути на формування навичок майбутнього спеціаліста. Студентам як майбутнім фахівцям важливо розвивати критичне мислення, комунікативні навички, а також творчий підхід та незалежність. Тому необхідно встановлювати обмеження використання засобів ШІ в навчальному процесі й надавати перевагу традиційним методам навчання, особливо якщо це стосується вивчення точних наук.

1. Найкращі чат-боти зі штучним інтелектом 2024 року: топ-переліки та порівняння. AI Detector | ChatGPT Detector | AI Humanizer – Невизначуваний ШІ.
2. Kerner S. M. GPT-4o explained: Everything you need to know. WhatIs.
3. The use of GPT chat among students in Ukrainian universities. *Scientific journal of Polonia University*. 2023. Vol. 53, no. 3. P. 202–207.
4. Fiialka S., Kornieva Z., Honcharuk T. ChatGPT in Ukrainian Education: Problems and Prospects. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*. 2023. Vol. 18, no. 17. P. 239–245.
5. Козубай І. Комплексний аналіз впливу штучного інтелекту на викладання та вивчення іноземних мов. *Актуальні питання гуманітарних наук : міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. Мовознавство. Літературознавство*. 2023. Т. 1, № 63. С. 210–213.
6. Скасків Л. В., Ярова О. А., Купріянова А. О. Використання штучного інтелекту для вивчення математики та підготовки до екзаменів. *Наука і техніка сьогодні*. 2024. Т. 11, № 39. С. 689–690.
7. Богату С. І. Можливості використання Chat GPT в процесі викладання природничих дисциплін. С. 48–50.
8. Подласов С. О., Матвійчук О. В. Застосування Chat GPT у навчанні фізики бакалаврів технічного університету. *Information Technologies and Learning Tools*. 2023. Т. 97, № 5. С. 149–166.
9. Учасники проєктів Вікімедіа. Гідравліка – Вікіпедія.
10. Рогалевич Ю. П. Гідравліка : підручник. Вища шк., 2006. 431 с.
11. Токар Л. О., Токар О. І., Поташник С. І. До вивчення, практичної та самостійної робіт із навчальної дисципліни «Гідравліка». Рівне : НУВГП, 2019.
12. Задачник з гідравліки : підручник / Д. А. Бутаєв та ін. Госенергоіздат, 1960. 440 с.
13. Н. Мамченко. За плагіат та написання робіт за допомоги ChatGPT будуть нові санкції – Верховна Рада підтримала законопроект про академічну доброчесність. *Судово-юридична газета*.
14. Chat GPT. URL: <https://chatgpt.com/>. (дата звернення: 01.03.2025).