УДК 53:[378.018.43:004](045)

Подласов Сергій Олександрович
старший викладач кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна
ORCID ID 000-0002-3947-4401
s.podlasov@kpi.ua

Матвійчук Олексій Васильович
кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0002-4732-9677
o.matviychuk@kpi.ua

ЗАСТОСУВАННЯ CHATGPT У НАВЧАННІ ФІЗИКИ БАКАЛАВРІВ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Анотація. Створений на основі штучного інтелекту ChatGPT поставив перед освітою низку питань – від способів найбільш доцільного застосування до способів боротьби з його загрозами. Відповіді на ці питання вимагають встановлення актуального рівня «навченості» ChatGPT у конкретних галузях знань, зокрема фізики, яку вивчають студенти за програмою підготовки бакалаврів у технічному університеті, і встановлення можливостей ChatGPT допомагати викладачам та студентам. Штучний інтелект, використовуючи ChatGPT, уважає себе здатним допомагати викладачам у поясненні концепцій, підготовці та наданні відповідей на запитання, створенні навчального контенту та підтримці досліджень. Студентам ChatGPT готовий також пояснювати концепції, розв'язувати задачі, надавати додаткові навчальні матеріали та консультувати при підготовці до іспитів. По кожному з аспектів допомоги викладачам і студентам (крім підтримки досліджень) ми ставили запитання ChatGPT і аналізували одержані відповіді. Як виявилося, незважаючи на величезний обсяг інформації, доступний штучному інтелекту, у відповідях на наші запити він не виявив достатньої обізнаності в курсі фізики і достатньо часто давав неточні, а інколи принципово неправильні відповіді навіть на прості запитання. У статті наведені найбільш яскраві приклади таких відповідей. Усе це дозволяє говорити, що на сьогодні ChatGPT ще не володіє достатнім обсягом знань, необхідних для дієвої допомоги викладачам фізики та студентам інженерних спеціальностей, котрі вивчають фізику в технічному університеті. Крім того, у роботі висловлено припущення, що точність відповіді ChatGPT визначається не тільки змістом запитання, але й мовою, якою воно сформульовано. З аналізу відповідей зроблено висновок, що на сьогодні найбільш доцільно застосовувати GPT для розвитку критичного мислення студентів. Найбільшою загрозою ChatGPT для вивчення фізики можна вважати його недостатню навченість, а не висловлені в літературі побоювання допомоги шахрайським діям студентів.

Ключові слова: ChatGPT; навчання фізики; аспекти допомоги викладачам і студентам.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. Створення штучного інтелекту (ШІ) кардинально змінює всі сторони життя суспільства, зокрема й освіту. У науково-методичній літературі прихильники та противники ШІ активно обговорюють питання впливу на освіту розробленого на його основі ChatGPT та подібних до нього програмних продуктів – їх можливості, перспективи та загрози.

© С.О. Подласов, О.В. Матвійчук, 2023.

На запитання «Для чого можна застосовувати ChatGPT при навчанні фізики в університеті?» ChatGPT (http://chat.openai.com) дав наступну відповідь[1]:

ChatGPT можна застосовувати для навчання фізики в університеті з різних причин:

1. Відповіді на питання: ChatGPT може відповідати на запитання студентів щодо конкретних концепцій фізики, формул, експериментів тощо. Це дозволяє студентам отримувати миттєві пояснення та вирішувати свої проблеми, що поліпшує їх розуміння та знання фізики.
2. Уточнення понять: Фізика може бути складною для розуміння через свої специфічні концепції та термінологію. ChatGPT може допомогти уточнити складні поняття та пояснити їх у доступній формі, допомагаючи студентам зрозуміти базові та складні аспекти фізики.
3. ***Вирішення*** задач: ChatGPT може допомогти студентам вирішувати задачі з різних галузей фізики. Він може надати покрокове пояснення розв'язку задачі, розкрити основні принципи та концепції, які необхідні для досягнення правильної відповіді.
4. Симуляції та моделювання: ChatGPT може допомогти студентам вивчати фізичні принципи шляхом симуляцій та моделювання. Він може пояснити основні ідеї, допомогти створити моделі та провести віртуальні експерименти для дослідження різних фізичних явищ.

Навчання забезпеченням: ChatGPT може бути використаний для створення інтерактивних посібників та навчальних матеріалів з фізики. Це дозволяє студентам мати постійний доступ до інформації та засвоювати матеріал власним темпом.

У цілому, застосування ChatGPT при навчанні фізики може покращити доступність матеріалу, надати індивідуальну підтримку студентам та допомогти їм краще розуміти складні концепції та принципи фізики.

Водночас ChatGPT усвідомлює ті небезпеки, які він несе для освіти.

ChatGPT, як будь-який інший інструмент або технологія, може мати певні потенційні небезпеки, які необхідно враховувати при використанні його у сфері освіти. Ось деякі з них:

1. Надмірна залежність: Якщо людина стає занадто залежною від ChatGPT або інших подібних інтелектуальних систем, вона може втратити навички самостійного мислення і розробки власних ідей. Це особливо важливо в освітньому контексті, де розвиток критичного мислення та творчості є ключовими.
2. Несправедливість: Якщо модель недостатньо було навчено або вона використовує неправильні або неадекватні дані, вона може поширювати недостовірну інформацію або проявляти упередженість. Це може негативно вплинути на освітній процес і сприяти поширенню помилкових уявлень або дискримінації.
3. Брак конкретності і точності: ChatGPT може іноді надавати загальні або неточні відповіді на складні запитання. В освітньому контексті це може призвести до неправильного розуміння концепцій або неправильної інформації, яка буде передаватися учням.
4. Відсутність емоційного і соціального аспектів: ChatGPT є комп'ютерною програмою, що не має емоційного та соціального інтелекту, як люди. В освіті

[1]. Відповіді ChatGPT виділені фоном, сумнівні терміни та висловлювання виділені жирним шрифтом. Відмітимо також закладену в ChatGPT можливість генерувати не однакові відповіді на одне й те саме запитання в різних сеансах спілкування з одним і тим самим користувачем та з різними користувачами.

важливе значення має взаємодія між учителями та учнями, яка сприяє розвитку соціальних навичок, емоційного інтелекту та *здорових стосунків*.

5. Конфіденційність і приватність: Використання ChatGPT може передбачати *обмін особистою інформацією*. Важливо враховувати ризики порушення конфіденційності та приватності учнів, зокрема захищати їх дані від несанкціонованого доступу або використання.

Усі ці небезпеки можуть бути пом'якшені або зменшені за допомогою відповідних стратегій і політик. Наприклад, це може бути використання ChatGPT як додаткового ресурсу, а не єдиного джерела інформації, навчання учнів критичному мисленню та навичкам роботи з інформацією, врахування етичних аспектів у використанні штучного інтелекту, а також забезпечення конфіденційності та приватності даних.

Наведені відповіді зумовлюють актуальність вивчення реальних можливостей ChatGPT допомоги викладачам та студентам при вивченні фізики в технічному університеті та загроз, які він несе.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Поява ChatGPT наприкінці 2022 р. зумовила публікацію величезної кількості робіт стосовно його впливу на освітній процес у школах та університетах, у яких розглядаються переваги й недоліки цього нового засобу, загрози, які він несе, стратегію застосування в освіті [1] та її можливі конкретні реалізації (див., наприклад, [2], [3], [4], [5] та інші).

За результатами SWOT-аналізу (SWOT - абревіатура, яка означає сильні та слабкі сторони, можливості та загрози), проведеного M. Farrokhnia et al [6] було встановлено, що при застосуванні в освіті ChatGPT має
сильні сторони:

– генерування правдоподібних відповідей та текстів, які не відрізняються від створених людиною;
– можливість самонавчання;
– генерування персоналізованих відповідей;
– генерування відповідей у режимі реального часу;
– можливості:
– збільшення доступності інформації;
– полегшення індивідуалізації навчання;
– полегшення організації комплексного навчання;
– зменшення обсягу роботи вчителів;
– слабкі сторони:
– відсутність глибокого розуміння;
– труднощі в оцінюванні якості відповідей;
– ризики упередженості та дискримінації;
– відсутність навичок мислення вищого порядку (критичного мислення);
– і несе загрози:
– нерозуміння студентами контексту;
– загроза академічній доброчесності (шахрайство);
– «демократизація» плагіату;
– зниження рівня когнітивних навичок високого рівня.

Автори робіт, у яких розглядаються можливості ChatGPT для освіти, здебільшого повторюють перелічене вище, додаючи можливість використання чату як перекладача для студентів, мова навчання котрих не є рідною; для оцінювання виконання контрольних завдань у режимі реального часу, що забезпечує більш ефективне і персоналізоване навчання [2], [7]; як платформи для асинхронного зв’язку та організації сумісної роботи студентів при організації дистанційного навчання [7]; як засіб для розвитку навичок аналізу та критичного мислення [8].

До небезпек, пов’язаних з використанням ChatGPT, C. K. Lo [2] зараховує використання упередженої та сумнівної інформації та можливість генерування неправильних, сфальсифікованих даних. У роботі E. A. M. Van Dis et al. [9] відзначається, що в огляді літератури, підготовленому ChatGPT, можуть бути суттєві помилки, посилання на неіснуючі джерела, а надана інформація не відповідати запиту. Ще однією небезпекою, на думку M. Farrokhnia et al. [6] та інших фахівців, є відсутність глибокого розуміння, що може призвести до отупіння (“dumbing down”) користувачів при бездумному застосуванню ChatGPT. Саме тому практично в усіх роботах, які стосуються ChatGPT, наголошується на необхідності розвитку критичного мислення студентів.

Обов’язковою складовою навчального процесу є контроль та оцінювання навчальних досягнень студентів. При вивченні студентами фізики оцінюванню підлягають рівень оволодіння теоретичними знаннями та вміння застосовувати їх на практиці, зокрема при розв'язуванні задач.

Знання та розуміння студентами теоретичних концепцій достатньо часто перевіряють за результатами виконання тестових завдань та написанням студентами коротких есе на задану тему. Поява ChatGPT може суттєво вплинути на ці форми контролю. У роботі W. Yeadon et al. [10] порівнювались статистичні дані оцінювання коротких есе, підготовлених студентами і ChatGPT. Виявилося, що статистичні показники оцінок практично однакові, тобто студенти можуть видавати за свій твір роботу, яка виконана ChatGPT. З цього зроблено висновок про значну загрозу об’єктивності оцінювання навчальних досягнень студентів за результатами написання есе.

Застосування тестової форми контролю передбачає розробку тестових завдань та створення умов для забезпечення надійності результатів оцінювання знань та умінь студентів. ChatGPT декларує свою спроможність створювати тестові завдання на задану тему і заданого рівня труднощів. У роботі S. Küchemann et al. [11] продемонстровані переваги та недоліки створення тестових завдань за допомогою ChatGPT. Автори показали, що, з одного боку, так створювати завдання зручно, а з іншого – виникають серйозні труднощі з їх якістю.

Проведення контролю у формі тестування потребує заходів по запобіганню різного роду шахрайським діям студентів, зокрема використанню ними «допомоги» ChatGPT. Думки фахівців стосовно ефективності такої «допомоги» суттєво відрізняються. Так, C. G. West [12] стверджує, що GPT-3.5 може пройти вступний курс фізики на певному номінальному рівні та продемонструвати щось близьке до мінімального розуміння ньютонівської механіки, тобто навіть слабо підготовлений студент може отримати позитивну оцінку. На відміну від цього Ph. M. Newton [13] відмічає, що, незважаючи на те, що ChatGPT дає більше правильних відповідей на тестові завдання, ніж при випадковому вгадуванні, але їх недостатньо для одержання прохідних оцінок майже на кожному іспиті MCQ, і вони виявляються значно гіршими, ніж оцінки середнього студента. До подібного ж висновку дійшли автори роботи [14] з аналізу відповідей ChatGPT на тестові завдання з хімії, що дозволило їм не вважати ChatGPT «технологічним інструментом з високим рівнем шахрайства».

Для боротьби з можливими підказками студентам з боку ChatGPT під час контрольних заходів T. Susnjak [15], з посиланням на літературні джерела, рекомендує використовувати більш складні завдання, які вимагають більш високого рівня критичного мислення, відмовлятися від простих завдань множинного вибору, відповіді на які можна легко знайти в Інтернеті. Більш того, за даними M. Sullivan [4] з’явилися пропозиції повернутися до традиційної форми контролю – безпосереднього спілкування викладача зі студентами.

Незважаючи на вищезазначене, застосування студентами «допомоги» ChatGPT при виконанні контрольних завдань викликає суттєве занепокоєння як викладачів, так і суспільства в цілому і деякі науковці, як зазначається в роботі [4], назвали цей інструмент «загрозою» та «чумою для освіти». На думку деяких освітян, як підкреслено в роботі M. Sullivan et al. [4], учні втратять навички критичного мислення, «оскільки це означає, що робота в класі завершується з кінцевою метою отримати «хорошу оцінку», а не фактично намагатися зрозуміти матеріал». У зв'язку з цим у деяких закладах освіти заборонили використання ChatGPT [16]. Але інструмент ChatGPT є легко доступним для всіх, тому і студенти, і викладачі можуть ним користуватися навіть попри заборони. Відтак університетам слід не забороняти його застосування, а працювати над проблемами найкращого застосування [1], розвивати обізнаність стосовно ШІ та критичне мислення [17].

Як відмічає Кентаро Тояма [18], ефективність будь-якого ресурсу чи інструменту обмежується наявними у людини знаннями та досвідом. «Умова Тоями – це закон підсилення, згідно з яким технологія підсилює існуючі людські сили на наміри. Така технологія як ChatGPT – це експоненціальна технологія, завдячуючи якій незначні переваги можуть перетворитися на колосальні. Це означає, що людина може одержати зиск з ресурсу тільки в тій мірі, в якій вона здатна зрозуміти й ефективно його застосовувати. У випадку ChatGPT та інших інструментів штучного інтелекту це підкреслює важливість міцної основи та відповідних навичок та знань, таких як критичне мислення, щоб мати можливість повною мірою застосовувати ці ресурси. Наприклад, людина з багатим досвідом критичного мислення може краще відфільтрувати неточності й опиратися на корисні частини відповідей, наданих ChatGPT» [19].

Треба мати на увазі, що ChatGPT «…дає відповідь на будь-яке поставлене запитання, однак якість відповіді варіюються від напрочуд точних до бентежно дратівливих... Крім того, коли чату GPT вказують на деякі припущені помилки, він не схильний їх визнати» [20]. До цього варто додати і думку D. MacIsaac [21]: «За словами мого аспіранта, вчителів фізики і багатьох колег по факультету, «гаряча тема» для викладачів фізики тепер – це ChatGPT, програма штучного інтелекту, яка легко генерує гори тексту — есе, комп'ютерний код і навіть розв'язування домашніх завдань сумнівної якості та точності. Здається, штучний інтелект тут набагато більше штучний, ніж розумний; ChatGPT замінює концептуальне розуміння статистичною кореляцією». Ці висловлювання значною мірою і визначило мету нашого дослідження.

Мета дослідження полягає у встановленні можливостей ChatGPT надавати допомогу студентам і викладачам при навчанні фізики на рівні бакалаврату технічного університету та визначенні найбільшої доцільності його використання.

2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення мети дослідження, перш за все, треба конкретизувати ті аспекти допомоги, які може надавати ChatGPT викладачам та студентам бакалаврату при вивченні фізики в технічному університеті. Відповіді ChatGPT представлені нижче

Чим може допомогти ChatGPT викладачу фізики технічного університету?	Чим може допомогти ChatGPT студентам технічного університету, які вивчають фізику за програмою підготовки бакалаврів?
ChatGPT може бути корисним інструментом для викладача фізики в технічному університеті в наступних аспектах:	ChatGPT може бути корисним інструментом для студентів технічного університету, які вивчають фізику за програмою підготовки бакалаврів. Ось

	кілька способів, якими він може допомогти:
1. Пояснення концепцій: Викладач може використовувати ChatGPT для пояснення складних концепцій студентам. Він може поставити запитання, описати певну концепцію або формулу і отримати докладне пояснення від ChatGPT. Це може допомогти студентам краще розуміти матеріал. 2. Відповіді на питання: Викладач може використовувати ChatGPT для швидких відповідей на питання студентів. Якщо студент має питання поза класом або під час самостійної роботи, викладач може скористатися ChatGPT, щоб надати пояснення або вказівки. 3. Створення навчального матеріалу: ChatGPT може бути корисним інструментом для створення навчального матеріалу. Викладач може поставити питання, описати концепцію або задачу і отримати докладне пояснення або кроки розв'язання від ChatGPT. Це може бути використано для створення підручників, додаткових завдань або відеоуроків. 4. Підтримка досліджень: Викладач може скористатися ChatGPT для отримання додаткової інформації або пояснень щодо своїх дослідницьких проєктів. Він може поставити питання, отримати огляд літератури або знайти ідеї для досліджень у фізиці.	1. Пояснення концепцій: Студенти можуть поставити запитання ChatGPT щодо конкретних концепцій у фізиці, які вони не розуміють. Він може надати пояснення, визначення та приклади, щоб допомогти засвоїти складні матеріали. 2. Розв'язування задач: ChatGPT може допомогти студентам розв'язувати фізичні задачі. Студенти можуть надати умову задачі, а ChatGPT може запропонувати підхід до розв'язання, кроки або навести приклади схожих задач. 3. Навчальні матеріали: ChatGPT можуть бути корисними для надання додаткових навчальних матеріалів. Студенти можуть запитати рекомендації щодо підручників, статей, вебресурсів або відеоуроків, які допоможуть у більш глибокому розумінні певної теми. 4. Консультації з підготовки до іспитів: Перед іспитами студенти можуть мати питання щодо матеріалу або потребувати додаткових пояснень. ChatGPT може надати допомогу в роз'ясненні тем, формул, теорій та практичних аспектів фізики.
Важливо зазначити, що ChatGPT - це інструмент, який базується на статистичних зв'язках у величезній кількості тексту. Він може надати додаткову підтримку та інформацію, але не замінює професійний досвід та знання викладача.	Важливо пам'ятати, що ChatGPT - це інструмент, який базується на статистичних зв'язках у великій кількості тексту. Він може надати підтримку та допомогу, але не замінює активної участі, самостійного навчання та консультацій з викладачами та спеціалістами у вашому навчальному закладі.

Відповідно до задекларованих ChatGPT аспектів ми ставили запитання й аналізували надані відповіді.

1. Допомога викладачу фізики технічного університету

1.1. Пояснення концепцій

Якщо ChatGPT поставити завдання: «Дайте мені означення та/або приклад…», то він виконує таке завдання достатньо добре. Однак при більш складних завданнях можуть знадобитися значні зусилля, щоб змусити GPT дати правильну відповідь. Наведемо приклад такої «дискусії»:

«Як пояснювати студентам поняття “сила тертя спокою?”»

> Тертя спокою можна розглядати як силу, яка виникає внаслідок конфлікту між бажанням досягти спокою та реальними обставинами, що перешкоджають йому. Ця сила може мати фізичну, емоційну та психологічну природу.

Після прохання надати ще варіант відповіді на це ж питання було отримано:

> Сила тертя спокою може бути пояснена на прикладі фізичного явища тертя. Коли два тіла ***тертають*** одне об одне, між ними виникає сила тертя, яка утримує їх на місці та запобігає руху. Аналогічно, у контексті тертя спокою, сила тертя може виникати між людьми або всередині самого людини і впливати на їхній спокій та гармонію.

Ми уточнили запитання: «Як пояснити студентам наявність сили тертя спокою при вивченні фізики?» і одержали наступну відповідь:

> Сила тертя спокою є важливим концептом у фізиці, особливо при вивченні механіки. Вона виникає, коли тіло знаходиться у стані спокою і намагається рухатися, але зазнає опору або тертя, яке заважає руху.
> Одним зі способів пояснення цього явища студентам може бути наступний приклад: уявіть, що ви намагаєтесь зрушити важкий предмет по гладкій поверхні. *На початку руху* може виникнути сила тертя спокою, яка запобігає руху. Це може бути викликано міжмолекулярними силами або нерівномірною поверхнею контакту. ***Чим сильніше тертя спокою, тим важче почати рух предмета***.

Перші два речення є правильними, а от подальші твердження є суперечливими, що може створити у свідомості студентів/учнів хибні уявлення. Для уточнення наведених висловів ми поставили ChatGPT ще одне запитання: «Чи можна визначити силу тертя спокою, якщо тіло під дією деяких інших сил перебуває у спокої?», на яке, нарешті, одержали правильну відповідь.

> …Якщо тіло перебуває у спокої, це означає, що сума всіх сил, що діють на нього, дорівнює нулю. Отже, сила тертя спокою може бути визначена як рівнодійна сила, яка компенсує всі інші сили і утримує тіло у стані спокою.

Тож для з'ясування достатньо простого поняття потрібно було витратити певні зусилля.

Більш складним для розуміння студентів може бути питання про природу діамагнетизму. На прохання пояснити природу діамагнетизму ChatGPT дав дуже загальну відповідь:

> Діамагнетизм є одним із фундаментальних явищ у фізиці, пов'язаних з магнітним полем. Щоб пояснити природу діамагнетизму, спочатку розглянемо рух заряджених частинок у магнітному полі.
> Згідно з ***законами Лоренца***, коли заряджена частинка рухається у магнітному полі, на неї діє сила, яка перпендикулярна до напрямку руху та магнітного поля. Ця сила спричиняє відхилення руху частинки, внаслідок чого вона описує криву траєкторію.
> У ***діамагнетичних*** матеріалах, таких як срібло, олово, водень тощо, вільні електрони або пари електронів ***утворюють замкнені петлі струму при впливі магнітного поля***. Ці ***петлі струму генерують власне магнітне поле***, яке напрямлене протилежно до зовнішнього магнітного поля.
> Отже, внутрішнє магнітне поле, що виникає внаслідок петель струму, протидіє зовнішньому магнітному полю. Ця протидія призводить до ***відштовхування діамагнетичної*** речовини від зовнішнього магнітного поля.

У цій відповіді дивним виглядає твердження, що діамагнітна речовина відштовхується від магнітного поля, наявність «петель струму» і «…відхилення руху частинки, внаслідок чого вона описує криву траєкторію». Проте немає жодного слова стосовно прецесії електронних орбіт у магнітному полі – фактичної причини діамагнетизму. Таке «пояснення» в жодному разі не можна пропонувати студентам. Наші спроби «вивести» ChatGPT на правильне пояснення природи діамагнетизму виявилися марними.

Ще одним достатньо яскравим прикладом може бути спроба формулювання ChatGPT принципу Гюйгенса-Френеля, який використовується для пояснення явища дифракції. Не вдаючись до детального аналізу запропонованого контексту, відмітимо два моменти. Перше – це помилка стосовно Огюста (Огюстена) Френеля «…був розроблений французьким фізиком ***Анрі*** Френелем ***також у 17 столітті***». Друге – це те, що в тексті пояснення навіть не згадується про когерентність вторинних джерел, що і дозволяє розраховувати інтенсивність світла, використовуючи умови інтерференції хвиль, випромінюваних вторинними джерелами.

1.2. Відповіді на питання

У пункті про можливість надавати швидкі відповіді на запитання студентів, ChatGPT рекомендує використовувати його для доповнення та розширення інформації, яка надається на заняттях. Мається на увазі, що викладач копіює відповідь ChatGPT і передає її студенту або ж рекомендує ChatGPT як додатковий ресурс для самостійної роботи. У кінці ж ChatGPT додає, що він

> …є тільки інструментом, який базується на моделях машинного навчання, і відповіді, які він надає, повинні бути перевірені викладачем на точність та адекватність перед наданням студентам. ChatGPT не має здатності до розуміння контексту, тому важливо бути уважним і критичним до отриманих відповідей.

І саме це, як зрозуміло з викладеного вище, є найбільш слушною рекомендацією. Перевірка наданої відповіді може вимагати значних витрат часу та зусиль.

1.3. Створення навчального матеріалу

Навчальний матеріал з фізики містить виклад положень теорії, створення добірок задач та рекомендації до їх розв’язування, контрольні матеріали, тестові завдання, вказівки до лабораторних робіт.

Одразу можемо стверджувати, що рівень навченості ШІ та ChatGPT наразі не дозволяє рекомендувати його для створення підручників з огляду на неточності та помилки, які він допускає.

Рекомендації до розв’язування задач ChatGPT складає достатньо кваліфіковано, але й тут трапляються неточності. Так, наприклад, на прохання надати рекомендації стосовно розв’язування задач з теми «Закон збереження імпульсу в класичній механіці» ChatGPT недостатньо чітко їх подає, оскільки не вказує, за яких умов цей закон можна застосувати. Це змушує ставити додаткове запитання, відповідь на яке в одному пункті було абсолютно неправидьним:

> Відсутність внутрішніх сил: Закон збереження імпульсу виконується, коли внутрішні сили в системі незначні або знищуються під час взаємодії об'єктів. Якщо внутрішні сили великі та значущі, вони можуть вплинути на імпульс системи та порушити закон збереження.

Крім того, не були вказані всі можливі випадки (імпульс зовнішніх сил дуже малий у порівнянні з імпульсом внутрішніх сил та можливість збереження проєкції імпульсу на певну вісь). Аналогічна ситуація спостерігається і стосовно рекомендацій з розв’язування задач з інших тем.

Розв’язування задач являє чи не найбільшу складність при вивченні фізики. Одним із способів мотивації учнів та студентів до цієї діяльності може бути використання задач з цікавим змістом, наприклад, задач на основі фактів та подій, знайомих з життя, літератури, кінофільмів. Ми спробували використати допомогу ChatGPT для підготовки таких задач.

На наш запит до ChatGPT: «Складіть фізичну задачу з розділу "Динаміка" на основі твору М. Гоголя "Вій"» була отримана відповідь:

> Задача: Динаміка руху ***козака Тараса Бульби*** у творі Гоголя "Вій"**.**

Уявімо ситуацію, коли ***козак Тарас Бульба***, що знаходиться на коні, ***герой твору "Вій"*** Миколи Гоголя, вирішує пробитися через ворожий загін. Відомо, що козак Тарас їде з постійною швидкістю 10 м/с. Ворожий загін, який складається зі 100 вояків, розташованих на прямій лінії, стоїть на відстані 500 метрів від Тараса Бульби.

Не коментуючи фізичний зміст задачі та запропоноване розв'язування, звернемо увагу на те, що ChatGPT не зміг знайти інформації про героїв твору «Вій» і фантазує, «переміщуючи» Тараса Бульбу у цей твір. Оскільки значна частина учнів і студентів повністю довіряють Інтернету і ChatGPT, не буде дивним, якщо такі оманливі твердження сформують стійкі хибні уявлення. Якщо в літературі це не так вже й страшно (хоча і є свідченням низького інтелектуального і культурного рівня), то в науці, промисловості, життєвих ситуаціях хибні відомості можуть призвести до катастрофічних наслідків.

Ще однією можливою допомогою викладачеві від ChatGPT є створення відеоуроків. На наш запит такої допомоги ChatGPT люб'язно перелічив загальний порядок дій, який необхідно для цього виконати, і ресурси в Інтернеті, де цей урок може бути розміщеним. Водночас жодної конкретики стосовно змісту уроку не було наведено.

J. Wang [22] розглянув задачу про умову спокою тіла на похилій площині при заданому коефіцієнті тертя, яка була запропонована ChatGPT. За висновками автора чат дав правильну відповідь і навіть зміг створити програму на мові Python для обчислення результатів при зміні кута нахилу замість друку даних розрахунків. Ми спробували поставити цю ж задачу для ChatGPT, взявши коефіцієнт тертя $\mu = 0{,}4$. Як виявилось, при формулюванні умови задачі українською, відповідь є неправильною $\theta = arccos(\mu) = 66{,}42°$. Якщо ж сформулювати умову англійською, чи російською, то відповідь також неправильна, але однакова $\theta = arcsin(\mu) = 23{,}58°$ замість правильного результату $\theta = arctg(\mu)$. Ми також намагались використати ChatGPT для написання програми анімації для цієї задачі, використовуючи мову JavaScript. На жаль, GPT не виконав поставленого завдання попри всі наші спроби детального пояснення вимог до кінцевого результату.

Фіксування помилок, які припускає ChatGPT при записі запиту різними мовами, спонукало нас до додаткової перевірки. Чату було запропоноване достатньо просте тестове завдання:

Для визначення напруженості поля нескінченної нитки за допомогою теореми Гаусса треба використати замкнену поверхню у вигляді…

Виберіть одну відповідь:

a) правильної призми, вісь якої співпадає з ниткою
b) циліндра деякої висоти з віссю перпендикулярною до нитки
c) сфери з центром на нитці
d) циліндра деякої висоти, вісь якого співпадає з ниткою
e) циліндра деякої висоти з віссю, що паралельна до нитки

Завдання було сформульоване українською та англійською з проханням підказати правильну відповідь. На запитання англійською була одержана правильна відповідь, а українською – повна нісенітниця (рис. 1).

Наразі контроль результатів навчальної діяльності студентів часто здійснюють у формі тестування. Однак його проведення в режимі віддаленого доступу надає більше можливостей для порушень принципів академічної доброчесності (шахрайству) студентами. Одним із способів запобігання шахрайству – обміну інформацією між студентами під час контрольних заходів – може бути наявність завдань з однаковою фізичною сутністю, але відмінним формулюванням [23], що вимагає наявності достатньо великої бази завдань. Як бачимо з відповіді на наш запит, ChatGPT завжди готовий допомогти викладачу в складання тестових завдань. Дійсно, за темами, які широко висвітлені в навчальній літературі, GPT непогано складає завдання, щоправда вони потребують літературної корекції. Якщо ж запропонувати завдання з тем, які не так

широко представлені в літературі, то результат може бути позбавленим фізичного змісту.

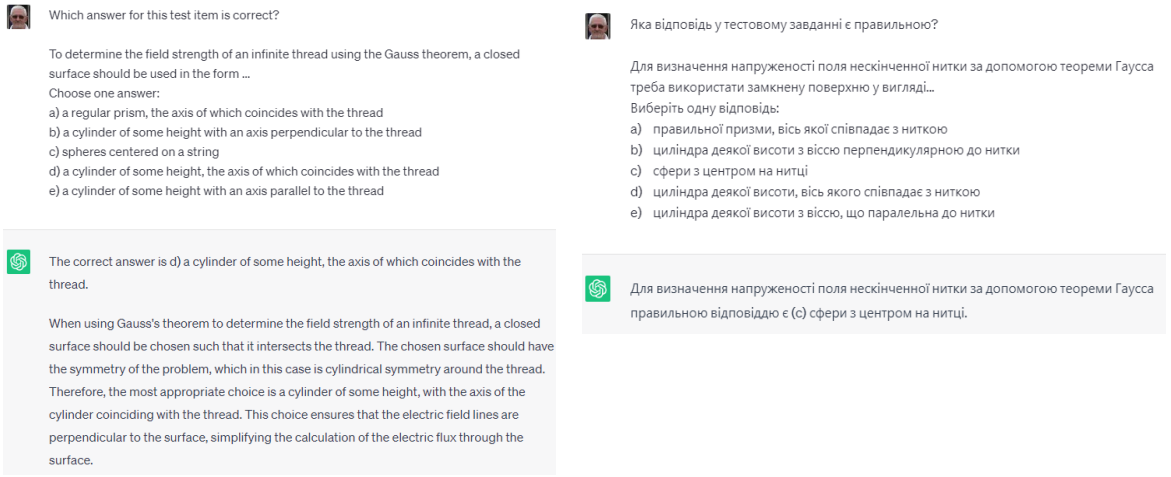

Рис.1. Відповідь ChatGPT на тестове завдання, сформульоване англійською та українською.

Приклад таких завдань наведений нижче.

Запропонуйте два тестові завдання для перевірки засвоєння поняття «Часова когерентність» при вивченні теми «Інтерференція світла».

Завдання 1:

Два джерела світла випромінюють монохроматичні хвилі з однаковою частотою та фазою. Вони поширюються в однакових напрямках та ***накриваються*** на екрані. За якої умови можна спостерігати інтерференційні смуги?

А) Частоти джерел мають різне значення.

Б) Джерела світла знаходяться на різних відстанях від екрана.

В) Фази джерел світла мають різне значення.

Г) *Частоти джерел світла мають однакове значення*.

Завдання 2:

На екрані розташовані дві щілини, через які проходить монохроматичний ***світлохвіст***. Щілини знаходяться на однаковій відстані одна від одної та освітлюються з однаковою інтенсивністю. Як, змінюючи фазу *світлохвоста*, можна отримати максимуми інтерференційної картини на екрані?

А) Змінювати фазу *світлохвоста* внаслідок ***різниці шляхів, пройдених кожною щілиною***.

Б) Змінювати фазу *світлохвоста* внаслідок зміни інтенсивності світла, що проходить через кожна щілину.

В) Змінювати фазу *світлохвоста* внаслідок зміни амплітуди світла, що проходить через кожну щілину.

Г) Змінювати фазу *світлохвоста* внаслідок зміни ширини кожної щілини

Запропоновані завдання не відповідають «замовленню» і використовують дуже дивні терміни на зразок «*світлохвоста*» та інших.

Можна припустити, що на сьогодні ChatGPT ще не вивчив розділ «Хвильова оптика» курсу фізики за програмою підготовки бакалаврів технічного університету, тому ми вирішили попросити допомоги у створенні тестових завдань з розділу «Динаміка» з теми «Рух тіл змінної маси» (рівняння Мещерського). Одне із запропонованих завдань має вигляд:

Завдання 1:

Тіло масою 2 кг рухається зі сталою швидкістю 5 м/с. Визначити силу, яка діє на тіло, якщо маса тіла збільшується до 4 кг. (Прийняти g Н 10 м/с^2).

a) 20 Н
b) 40 Н
c) 50 Н
d) 80 Н

Дане завдання не може бути виконаним, оскільки без знання залежності маси тіла від часу $m(t)$ реактивну силу $\vec{F} = \vec{u}\frac{dm}{dt}$ визначити неможливо, крім того, незрозуміло, навіщо в завданні наведено значення g. Спроба з'ясувати міркування ШІ при формулюванні цього завдання здивувала нас ще більше.

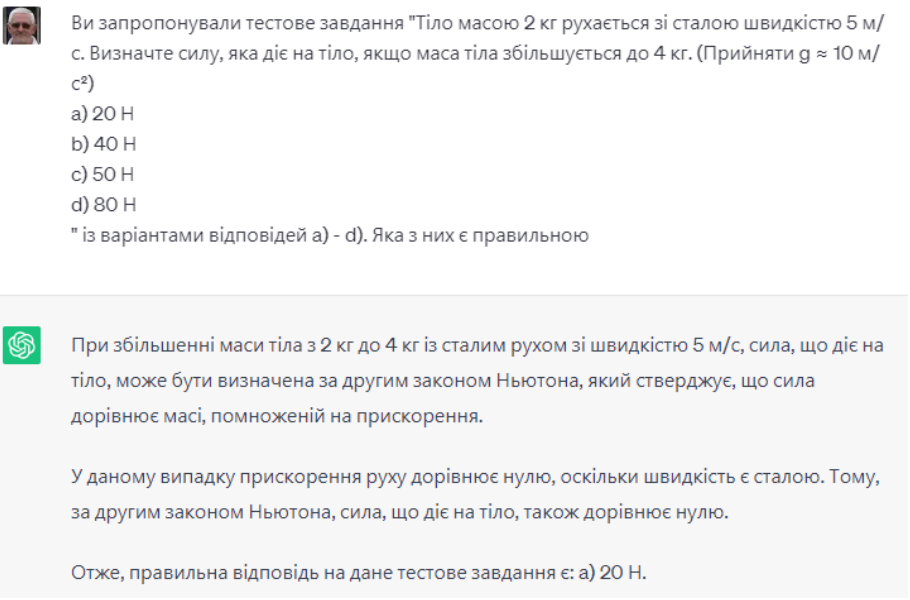

Рис. 2. Дискусія з ChatGPT стосовно тесту по темі «Рух тіла змінної маси»

Очевидно, що і саме завдання, і наданий коментар до нього є некоректним.

Наведені приклади завдань у тестовій формі свідчать про те, що повністю покладатися на ChatGPT при створенні таких завдань не можна, необхідна ретельна перевірка як фізичного змісту, так і використаних термінів та літературного оформлення.

Наша висновки стосовно здатності ChatGPT створювати тестові завдання підтверджують висновки, зроблені раніше в роботі S. Küchemann et al. [24].

2. Допомога студентам технічного університету, які вивчають фізику за програмою підготовки бакалаврів

2.1. Пояснення концепцій

Тут ситуація та ж сама, що і для викладачів – ChatGPT пояснює фізичні концепції на достатньо примітивному рівні і часто з помилками.

2.2. Розв'язування задач

Для перевірки спроможності ChatGPT розв'язувати фізичні задачі були використані задач із збірника [25]. За нашими оцінками ChatGPT правильно розв'язав і пояснив у середньому 50 – 65 % задач залежно від розділу. Однак у деяких простих ситуаціях ChatGPT виявляється некомпетентним. Справа у тому, що розв'язування задач ґрунтується на знаннях теорії. Якщо якісь теоретичні відомості не засвоєні студентом, то будь-яка задача відповідної теми видається йому такою, що її неможливо розв'язати. Це ж стосується і ChatGPT, щоправда, з тією відміною, що, незважаючи на недостатність знань з певної теми, він намагається видати якусь інформацію, обґрунтувати її і подати

як таку, що не підлягає сумніву. Достатньо яскравими прикладами цього можуть бути такі задачі.

Задача 1. На горизонтальній поверхні лежить тіло масою 1 кг. Коефіцієнт тертя ковзання тіла по поверхні дорівнює 0,2. До тіла приклали горизонтальну силу 1 Н. Чому дорівнює сила тертя, що діє на тіло?

ChatGPT, давши достатньо розлоге «пояснення» дійшов остаточного результату:

> Fтертя = 0,2 * 9,8 Н = 1,96 Н.
> Отже, сила тертя, що діє на тіло, дорівнює 1,96 Н.

Після тривалої «дискусії» і нагадування про дане вище означення сили тертя спокою вдалося отримати правильну відповідь на запитання задачі.

> Ви маєте рацію. Відповідно до того, що тіло перебуває у спокої, сума всіх сил, що діють на нього, дорівнює нулю. Тому сила тертя спокою в даній задачі має бути рівною зовнішній силі, що намагається зрушити тіло.
> Отже, сила тертя, що діє на тіло, в даній задачі дорівнює 1 Н.

Однак спроба поставити це ж саме запитання ChatGPT з іншими числовими значенням величин і скориставшись іншим акаунтом, призвела до тієї ж помилкової відповіді. Більш того, на прохання визначити прискорення тіла після детальних «пояснень» була отримана відповідь:

> … прискорення тіла дорівнює приблизно -0,96 м/с². Знак "-" вказує на те, що тіло буде рухатися в протилежному напрямку до напряму дії сили, оскільки сила тертя спрямована проти руху тіла.

Якщо в попередньому прикладі нам вдалося «переконати» ChatGPT й отримати правильну відповідь у простій задачі, то в більш складній задачі нам цього не вдалося. Задача була сформульована так:

> «Дуже велика пластина товщиною $2d$ заряджена з об'ємною густиною ρ. Визначити залежність напруженості електричного поля всередині та зовні пластини від відстані до її серединної площини. Діелектричну проникність скрізь вважати рівною 1»

(зауважимо, що ChatGPT сприймає і виводить математичні вирази, використовуючи нотацію TeX, для запису грецьких літер та нетекстових символів). Напруженість поля всередині пластини ChatGPT визначив правильно, а зовні – абсолютно неправильно, надавши «пояснювальний» текст:

> Поза пластиною, напруженість електричного поля дорівнює нулю, оскільки всередині пластини немає заряду.

Після нашого заперечення ChatGPT вивів стандартну фразу: «Ви праві, і вибачте за неправильну інформацію в попередній відповіді. Дійсно, електричне поле в зоні пластини не дорівнює нулю», але після нових «пояснень» знову надав ту ж саму відповідь. Утретє ChatGPT запропонував розв’язувати диференціальне рівняння чисельними методами.

Із сказаного робимо висновок, що на даному етапі допомога студентам з боку ChatGPT у розв’язуванні задач з фізики швидше за все є бажанням та претензією на «всемогутність», ніж реальною можливістю.

Ще однією проблемою, з якою можуть зіткнутися студенти та викладачі при спілкуванні з ChatGPT, є відмінне тлумачення деяких фізичних понять в українських та закордонних підручниках. Яскравим прикладом цього є поняття ваги тіла. Усі автори українських підручників для 7-го класу подають вагу тіла як силу, з якою внаслідок притягання до Землі тіло тисне на горизонтальну опору або розтягує вертикальний підвіс. На відміну від цього в матеріалах відомої академії Хана [26] стверджується, що вага є еквівалентом сили тяжіння mg. У підручнику з фізики J. Walker, D. Halliday & R. Resnick [27, p.102] стверджується, що вага тіла W — це величина сили, що спрямовується вгору, необхідна для врівноваження сили тяжіння, що діє на тіло. Тлумачення ваги тіла

в ChatGPT ґрунтується на англомовних джерелах, що призводить до помилок при відповіді як на запитання з теорії, так і при розв'язуванні задач або виконанні тестових завдань, наприклад,

Чому дорівнює вага тіла масою 2 кг, що вільно падає? Опором повітря знехтувати.
Вага тіла масою 2 кг, що вільно падає, дорівнює 20 Ньютонам

(тут ми наводимо тільки кінцеву відповідь).

Незважаючи на таке тлумачення ваги, ChatGPT надає правильне роз'яснення стану невагомості.

2.3. Навчальні матеріали

На запит про додаткові навчальні матеріали для вивчення певних питань з курсу фізики ChatGPT рекомендує переважно англомовні видання. Проте користувачі можуть зустрітися з певними ускладненнями. Наприклад, нами був надісланий запит:

Порекомендуйте літературу для ознайомлення з властивостями феромагнетиків у межах курсу загальної фізики.
Зважаючи на загальний характер вашого запиту та бажання ознайомитися з властивостями феромагнетиків у межах курсу загальної фізики, я рекомендую наступну літературу: 1. "Фізика. Підручник для вищих навчальних закладів" автора Н.М. Бєсонова та О.В. Кабата. 2. "Загальна фізика: підручник" авторів Д. Холлідей, Р. Резніка, Дж. Вокерса. 3. "Фізика. Загальний курс. *Електричність* і магнетизм. Квантова фізика" автора А. С. Буховцева. 4. "Magnetism: A Very Short Introduction" (Магнетизм: Дуже короткий вступ) авторства *Стефена Блакемора (Stephen J. Blundell)*. 5. "Introduction to Solid State Physics" (Вступ до фізики твердого тіла) авторства Чарлза Кіттеля

(тут ми не наводимо коментарі ChatGPT стосовно змісту книг).

Спроби знайти рекомендовані підручники Н.М. Бєсонова та А.С. Буховцева в НБУ імені В. І. Вернадського та в Інтернеті були безуспішним. На відміну від цього відомий підручник Д. Холідея та ін. легко знайти в Інтернеті. Це видання є англомовним, але далеко не всі наші студенти володіють англійською на достатньому рівні для роботи з матеріалами цього підручника. У посиланні 4 не зрозуміло, хто ж є автором книги Стефен Блакемор, або ж Stephen J. Blundell. Пошук Yahoo за прізвищами дозволив знайти (https://users.ox.ac.uk/~sjb/vsimag/), що цю книгу написав Stephen J. Blundell , але з нею можна працювати тільки придбавши через сайт Amazon.co.uk, що наші студенти навряд чи будуть робити. Книгу Ч. Кіттеля можна знайти в Інтернеті (https://kzf.kpi.ua/wp-content/uploads/2021/09/kittel.pdf), але її не можна вважати книгою «для першого читання».

2.4. Консультації з підготовки до іспитів

Екзамен з курсу фізики передбачає перевірку засвоєння теоретичних знань студентом та вміння застосовувати ці знання для вирішення практичних завдань, тобто розв'язування задач. З викладеного вище, інформацію, отриману від ChatGPT, слід ретельно перевіряти. Студенти, котрі готуються до іспитів, скоріш за все, не матимуть достатньо часу для цього, що може призвести до небажаних для них результатів на іспиті.

Як відзначалося в огляді літературних джерел, значна увага приділяється можливості використання студентами ChatGPT для отримання «допомоги» під час контрольних заходів, які проводяться у формі тестування. Для встановлення «ефективності» застосування ChatGPT у якості «помічника» ми порівняли результати модульної контрольної роботи, яка проводилась у формі тестування в осінньому семестрі

2021/22 навчального року, і бездумне використання відповідей ChatGPT на ці ж завдання. Як виявилось, середній бал, отриманий студентами за тести, складає 54 %, а дві спроби ChatGPT дали 42 % та 45 %. Треба відзначити, що завдання, у яких використовувались рисунки або графіки, ми пропускали (у першому випадку) чи обирали відповідь навмання, навіть не читаючи запитання. Якщо ж студент буде користуватися не тільки підказками ChatGPT, але й власними знаннями, то можна припустити, що він отримає позитивну оцінку. У такому разі ChatGPT стає помічником у шахрайстві.

Аналіз відповідей дозволив дійти висновку, що на прості «прямолінійні» питання множинного вибору (з однією, чи декількома правильними відповідями), завдання з числовою відповіддю, завдання на співставлення ChatGPT, в цілому, надає правильні відповіді. Однак і тут інколи трапляються помилки. Наприклад, на запитання «Як визначити модуль вектора переміщення» серед інших було й таке висловлювання: «Якщо точка рухається по кривій траєкторії, то модуль вектора переміщення можна визначити *як довжину дотичної до траєкторії*, що веде від початкової до кінцевої точки руху». Якщо ж запитання не є прямолінійним, то відповідь, яку пропонує ChatGPT, може бути сумнівною або ж просто неправильною.

3. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Апробація ChatGPT щодо можливої допомоги викладачам фізики та студентам, котрі вивчають фізику за програмою підготовки бакалаврів у технічному університеті, дозволяє зробити наступні висновки.

1. На прості запити стосовно положень теорії або на прохання дати визначення чи навести приклади ChatGPT дає достатньо правильні і чіткі відповіді з невеликою кількістю лінгвістичних помилок. Якщо ж запит не є зовсім тривіальним, то відповідь може бути неточною або ж взагалі помилковою. Для їх виправлення викладачу доведеться витрачати багато часу і зусиль, а студент може бути введений в оману.
2. Як показав наш досвід, ChatGPT тим швидше і точніше дає правильну відповідь, чим конкретніше сформульований запит.
3. Незважаючи на те, що ChatGPT позиціонує себе як можливий перекладач, деяка частка хибних відповідей може бути зумовлена неточним розумінням мови, якою зроблено запит. За такої умови, на жаль, доводиться констатувати, що ChatGPT частіше дає правильні відповіді на запити, якщо вони сформульовані англійською або російською мовами.
4. Для перешкоджання шахрайським діям студентів з використання ChatGPT під час контрольних заходів, які проводяться у формі тестування, варто добирати такі завдання, які дозволяють перевірити розуміння фізичної сутності явищ, здатність застосовувати знання та вміння аналізувати й оцінювати надану інформацію, або ж завдання, які не здатен сприймати ChatGPT, – велика мовна модель, навчена ШІ (графічні завдання, завдання на встановлення послідовності, завдання із вбудованими відповідями та деякі інші, які реалізовані в LMS Moodle).
5. ШІ, який навчається на дуже великій базі даних, на відміну від людини не набуває досвіду та інтелекту. За власним висловлюванням ChatGPT, «ChatGPT, як модель машинного навчання, має обмеження у своїй здатності відповідати на складні фізичні запитання. Важливо розуміти, що ChatGPT … не має конкретного фахового знання і може зіткнутися з труднощами, коли необхідні глибокі знання та розуміння конкретної галузі знань, таких як медицина, фізика, право, тощо».
6. Найбільшою небезпекою для вивчення фізики в технічному університеті, на нашу думку, слід уважати недостатню навченість ChatGPT, що призводить до подання

хибної інформації і створення у студентів спотвореного уявлення про фізичні явища при недостатньо розвинутому в них критичному мисленні.

7. Прихильники ШІ та ChatGPT уважають, що переваги чату слід сприймати розумно, як це було зроблено з іншими технологіями (калькулятори, комп'ютери, смартфони) [26]. На сьогодні найбільш доцільним застосуванням ChatGPT при навчанні фізики в технічному університеті за програмою підготовки бакалаврів ми вважаємо розвиток критичного мислення студентів, яке є запорукою успіхів особистості в інформаційному суспільстві.

Перспективу подальших досліджень ми вбачаємо у вивченню можливостей застосування ChatGPT в навчанні фізики та його застосуванні для розвитку здібностей критичного мислення студентів – майбутніх інженерів, створення умов для розвитку вмінь аналізувати, відбирати, осмислювати інформацію і робити правильні висновки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] M. Halaweh, "ChatGPT in education: Strategies for responsible implementation", *Contemporary Educational Technology*, vol. 15, no. 2, 2023, ep421. doi: https://doi.org/10.30935/cedtech/13036. Accessed on: Jun. 12, 2023.

[2] C. K. Lo, "What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature", *Educ. Sci*., vol.13, no.410, 2023. doi: https://doi.org/10.3390/educsci13040410.

[3] J. Rudolph, S. Tan, Sh. Tan, "ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education?" *Journal of Applied Learning & Teaching,* vol. 6 no. 1, pp.1 – 22, 2023. doi: https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9.

[4] M. Sullivan, A. Kelly, P. McLaughlan, "ChatGPT in higher education: Considerations for academic integrity and student learning", *Journal of Applied Learning & Teaching*, vol.6 no.1, pp.31-40, 2023. doi: https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.17.

[5] A. Tlili1 et al., "What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education", *Smart Learning Environments*, vol.10, no.15, 2023. doi: https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x.

[6] M. Farrokhnia, S. K. Banihashem, O. Noroozi & A. Wals, "A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research", *Innovations in Education and Teaching International*, doi: https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846.

[7] D. R. E. Cotton, P. A. Cotton & J. R. Shipway, "Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT", *Innovations in Education and Teaching International*, 2023. doi: https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148.

[8] Y. K. Dwivedi et al. "So what if ChatGPT wrote it?" Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, vol.71, 102642, pp.1-63, 2023. doi: https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642.

[9] E. A. M. van Dis, J. Bollen, W. Zuidema, R. van Rooij, C. L. Bockting, "ChatGPT: five priorities for research|", *Nature*, vol.3, 614 (7947), pp. 224-226, 2023. doi: http://10.1038/d41586-023-00288-7, [Електронний ресурс]. Доступно: https://www.nature.com/articles/d41586-023-00288-7

[10] W. Yeadon, O.-O. Inyang, A. Mizouri, A. Peach & C. P. Testrow, "The death of the short-form physics essay in the coming AI revolution", *Physics Education*, vol.58 (3), art № 035027, 2023. doi: 10.1088/1361-6552/acc5cf

[11] S. Küchemann et al., "Physics task development of prospective physics teachers using ChatGPT", arXiv:2304.10014v1 [physics.ed-ph]. doi: https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.10014.

[12] C. G. West, "Advances in apparent conceptual physics reasoning in GPT-4", *arXiv*:2303.17012v3 [physics.ed-ph], doi: https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.17012.

[13] Ph. M. Newton, "ChatGPT performance on MCQ-based exams", (February 21, 2023). Preprint. doi: https://doi.org/10.35542/osf.io/sytu3.

[14] S. Fergus, M. Botha, M. Ostovar, "Evaluating Academic Answers Generated Using ChatGPT", *Journal of Chemical Education*, vol.100, no.4, pp.1672-1675, 2023. doi: 10.1021/acs.jchemed.3c00087.

[15] T. Susnjak, "ChatGPT: The End of Online Exam Integrity?", arXiv:2212.09292v1 [cs.AI]. doi: https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.09292.

[16] M. Yang, "New York City schools ban AI chatbot that writes essays and answers prompts", The *Guardian*, Fri 6 Jan 2023. New York City schools ban AI chatbot ChatGPT. [Електронний ресурс]. Доступно:

https://www.theguardian.com/us-news/2023/jan/06/new-york-city-schools-ban-ai-chatbot-chatgpt. Accessed on Jun 17, 2023.
[17] B. A. Anders, "Is using ChatGPT cheating, plagiarism, both, neither, or forward thinking?", (2023) *Patterns*, vol.4, issue.3, 100694, 14 April 2023. doi: https://doi.org/10.1016/j.patter.2023.100694.
[18] K. Toyama, *Geek heresy: Rescuing social change from the cult of technology*. PublicAffairs, 2015. [Електронний ресурс]. Доступно: https://www.amazon.com/Geek-Heresy-Rescuing-Social-Technology/dp/161039528X. Accessed on Jul 06, 2023.
[19] J. Qadir "Engineering Education in the Era of ChatGPT: Promise and Pitfalls of Generative AI for Education". *TechRxiv. Preprint.* posted on 2022-12-30. [Online]. Available: https://doi.org/10.36227/techrxiv.21789434.v1. Accessed on Jun 12, 2023.J. Willems, "ChatGPT at Universities – The Least of Our Concerns", [Електронний ресурс]. Доступно: https://ssrn.com/abstract=4334162 or doi: http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4334162.
[20] D. MacIsaac. "Chatbots Attempt Physics Homework – ChatGPT: Chat Generative Pre-Trained Transformer" The Physics Teacher, vol. 61, no.4, p.318, 2023. doi: https://doi.org/10.1119/10.0017700. Accessed on May 28, 2023.
[21] J. Wang "ChatGPT: A test drive". *American Journal of Physics*, vol.91, pp.255–256, 2023. doi: https://doi.org/10.1119/5.0145897. Accessed on Jun 04, 2023.
[22] С. О. Подласов і О. В. Матвійчук, "Підготовка та проведення екзамену з фізики в режимі онлайн", *ITLT*, вип. 92, вип. 6, с. 124–139, Груд 2022. [Електронний ресурс]. Доступно: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/5068. doi: https://doi.org/10.33407/itlt.v92i6.5068. Дата звернення: Лип. 07, 2023.
[23] S. Küchemann, et. al. "Physics task development of prospective physics teachers using ChatGPT". *arXiv:2304.10014 [physics.ed-ph]*. doi: https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.10014. Accessed on Jul 01, 2023.
[24] І. П. Гаркуша, І. Т. Горбачук, В. П. Курінний, М. Ш. Певзнер, *Загальний курс фізики: Збірник задач.* Київ, Україна: Техніка, 2003.
[25] "What is weight?" [Електронний ресурс]. Доступно: https://www.khanacademy.org/science/physics/forces-newtons-laws/normal-contact-force/a/what-is-weight. Accessed on Jul 01, 2023.
[26] J. Walker, D. Halliday, R. Resnick. *Fundamentals of physics.* 10th edition. USA: John Wiley & Sons, Inc, 2014. [Електронний ресурс]. Доступно: https://www.academia.edu/36062426/fundamentals_of_physics_textbook_pdf. Accessed on Jul 06, 2023.
[27] S. P. Thomas. "Grappling with the Implications of ChatGPT for Researchers, Clinicians, and Educators", *Issues in Mental Health Nursing*, 2023, 44:3, p.141-142. doi: 10.1080/01612840.2023.2180982. [Електронний ресурс]. Доступно: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01612840.2023.2180982. Accessed on Jun 10, 2023.

Матеріал надійшов до редакції 08.07.2023р.

APPLICATION OF CHATGPT IN THE TEACHING OF PHYSICS TO BACHELOR'S STUDENTS AT A TECHNICAL UNIVERSITY

Serhii O. Podlasov
senior lecturer at the Department of the General Physics and Modeling of Physical Processes
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
ORCID ID 000-0002-3947-4401
s.podlasov@kpi.ua

Oleksii V. Matviichuk
PhD of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of the General Physics and Modeling of Physical Processes
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-4732-9677
o.matviychuk@kpi.ua

Abstract. Chat GPT, which was created on the basis of artificial intelligence (AI), posed a number of questions to education, ranging from the most appropriate ways to use it to ways to combat its threats. Answering these questions requires determining the current level of "learning " possessed by ChatGPT in specific knowledge domains, particularly physics studied by students in a bachelor's

program at a technical university, and establishing the capabilities of ChatGPT to assist teachers and students in their educational work. The AI, using ChatGPT, considers itself able to assist educators in explaining concepts, answering questions, creating educational content, and supporting research. As for students, the AI believes that ChatGPT is also ready to explain concepts, solve problems, provide additional study materials and advise on exam preparation. For each aspect of assistance to teachers and students (except research support) we posed questions to ChatGPT and analyzed its responses. As it turned out, despite the vast amount of information available to artificial intelligence, in the answers to our queries ChatGPT quit often proposed inaccurate, and sometimes fundamentally incorrect statements, which may indicate the still insufficient level of its knowledge in physics regarding even fairly simple issues. The article presents the most striking examples of such responses. All of this suggests that ChatGPT currently lacks the necessary breadth of knowledge to effectively assist physics teachers and engineering students who study physics at a technical university. Additionally, the study assumes that the accuracy of ChatGPT's answers is determined not only by the content of the question but also by the language in which it is formulated. Based on the analysis of responses, it was concluded that currently it is most appropriate to use GPT for the development of students' critical thinking. The greatest threat posed by ChatGPT to the study of physics can be considered its inadequate level of training, rather than the concerns expressed in the litera`ture that ChatGPT may facilitate students' cheating.

Keywords: ChatGPT; physics education; aspects of assistance to teachers and students.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

[1] M. Halaweh, "ChatGPT in education: Strategies for responsible implementation", *Contemporary Educational Technology*, vol. 15, no. 2, 2023, ep421. doi: https://doi.org/10.30935/cedtech/13036. Accessed on: Jun. 12, 2023. (in English)

[2] C. K. Lo, "What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature", *Educ. Sci*., vol.13, no.410, 2023. doi: https://doi.org/10.3390/educsci13040410. (in English)

[3] J. Rudolph, S. Tan, Sh. Tan, "ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education?" *Journal of Applied Learning & Teaching*, vol. 6 no. 1, pp.1 – 22, 2023. doi: https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9. (in English)

[4] M. Sullivan, A. Kelly, P. McLaughlan, "ChatGPT in higher education: Considerations for academic integrity and student learning", Journal of Applied Learning & Teaching, vol.6 no.1, pp.31-40, 2023. doi: https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.17. (in English)

[5] A. Tlili1 et al., "What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education", Smart Learning Environments, vol.10, no.15, 2023. doi: https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x (in English)

[6] M. Farrokhnia, S. K. Banihashem, O. Noroozi & A. Wals, "A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research", Innovations in Education and Teaching International, doi: https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846. (in English)

[7] D. R. E. Cotton, P. A. Cotton & J. R. Shipway, "Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT", Innovations in Education and Teaching International, 2023. doi: https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148. (in English)

[8] Y. K. Dwivedi et al. "So what if ChatGPT wrote it?" Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, vol.71, 102642, pp.1-63, 2023. doi: https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642 (in English)

[9] E. A. M. van Dis, J. Bollen, W. Zuidema, R. van Rooij, C. L. Bockting, "ChatGPT: five priorities for research|", Nature, vol.3, 614 (7947), pp. 224-226, 2023. doi: http://10.1038/d41586-023-00288-7, [Online]. Available: https://www.nature.com/articles/d41586-023-00288-7 (in English)

[10] W. Yeadon, O.-O. Inyang, A. Mizouri, A. Peach & C. P. Testrow, "The death of the short-form physics essay in the coming AI revolution", Physics Education, vol.58 (3), art № 035027, 2023. doi:10.1088/1361-6552/acc5cf (in English)

[11] S. Küchemann et al., "Physics task development of prospective physics teachers using ChatGPT", arXiv:2304.10014v1 [physics.ed-ph]. doi: https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.10014 (in English)

[12] C. G. West, "Advances in apparent conceptual physics reasoning in GPT-4", arXiv:2303.17012v3 [physics.ed-ph], doi: https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.17012 (in English)

[13] Ph. M. Newton, "ChatGPT performance on MCQ-based exams", (February 21, 2023). Preprint. doi: https://doi.org/10.35542/osf.io/sytu3. (in English)

[14] S. Fergus, M. Botha, M. Ostovar, "Evaluating Academic Answers Generated Using ChatGPT", Journal of Chemical Education, vol.100, no.4, pp.1672-1675, 2023. DOI: 10.1021/acs.jchemed.3c00087. (in English)
[15] T. Susnjak, "ChatGPT: The End of Online Exam Integrity?", arXiv:2212.09292v1 [cs.AI]. doi: https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.09292. (in English)
[16] M. Yang, "New York City schools ban AI chatbot that writes essays and answers prompts", The Guardian, Fri 6 Jan 2023. New York City schools ban AI chatbot ChatGPT. [Online]. Available: https://www.theguardian.com/us-news/2023/jan/06/new-york-city-schools-ban-ai-chatbot-chatgpt. Accessed on Jun 17, 2023. (in English)
[17] B. A. Anders, "Is using ChatGPT cheating, plagiarism, both, neither, or forward thinking?", (2023) Patterns, vol.4, issue.3, 100694, 14 April 2023. doi: https://doi.org/10.1016/j.patter.2023.100694. (in English)
[18] K. Toyama, Geek heresy: Rescuing social change from the cult of technology. PublicAffairs, 2015. [Online]. Available: https://www.amazon.com/Geek-Heresy-Rescuing-Social-Technology/dp/161039528X. Accessed on Jul 06, 2023. (in English)
[19] J. Qadir "Engineering Education in the Era of ChatGPT: Promise and Pitfalls of Generative AI for Education". TechRxiv. Preprint. posted on 2022-12-30. doi: https://doi.org/10.36227/techrxiv.21789434.v1. Accessed on Jun 12, 2023.J. Willems, "ChatGPT at Universities – The Least of Our Concerns", [Online]. Available: https://ssrn.com/abstract=4334162 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4334162. (in English)
[20] D. MacIsaac. "Chatbots Attempt Physics Homework – ChatGPT: Chat Generative Pre-Trained Transformer" The Physics Teacher, vol. 61, no.4, p.318, 2023. doi: https://doi.org/10.1119/10.0017700. Accessed on May 28, 2023. (in English)
[21] J. Wang "ChatGPT: A test drive". American Journal of Physics, vol.91, pp.255–256, 2023. doi: https://doi.org/10.1119/5.0145897. Accessed on Jun 04, 2023.
[22] S. O. Podlasov and O. V. Matviichuk, "Preparation and conducting of the online physics exam", ITLT, vol. 92, no. 6, pp. 124–139, Dec. 2022. [Online]. Available: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/5068. doi: https://doi.org/10.33407/itlt.v92i6.5068. Дата звернення: Лип. 07, 2023. (In Ukranian).
[23] S. Küchemann, et. al. "Physics task development of prospective physics teachers using ChatGPT". arXiv:2304.10014 [physics.ed-ph]. doi: https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.10014. Accessed on Jul 01, 2023. (in English)
[24] I. P. Harkusha, I. T. Horbachuk, V. P. Kurinnyi, M. Sh. Pevzner, General physics course: Collection of problems. Kyiv, Ukraine: Київ, Україна: Tekhnika, 2003. (In Ukranian).
[25] "What is weight?" [Online]. Available: https://www.khanacademy.org/science/physics/forces-newtons-laws/normal-contact-force/a/what-is-weight. Accessed on Jul 01, 2023. (in English)
[26] J. Walker, D. Halliday, R. Resnick. Fundamentals of physics. 10th edition. USA: John Wiley & Sons, Inc, 2014. [Online]. Available: https://www.academia.edu/36062426/fundamentals_of_physics_textbook_pdf. Accessed on Jul 06, 2023. (in English)
[27] S. P. Thomas. "Grappling with the Implications of ChatGPT for Researchers, Clinicians, and Educators", Issues in Mental Health Nursing, 2023, 44:3, p.141-142. doi:10.1080/01612840.2023.2180982. [Online]. Available: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01612840.2023.2180982. Accessed on Jun 10, 2023. (in English)

(cc) BY-NC-SA

This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.