

Використання штучного інтелекту у моделюванні складних фізичних явищ

І.В. Чаус

*Полтавський університет економіки і торгівлі
inokentijbest668@gmail.com*

Вступ

Моделювання складних фізичних процесів – одне з найважливіших завдань сучасної фізики. Турбулентність у рідинах, багаточастинкові квантові системи, астрофізичні процеси – усі ці явища характеризуються високою нелінійністю та багатопараметричністю. Традиційні методи, засновані на чисельному розв’язанні рівнянь, часто вимагають колосальних обчислювальних ресурсів і не завжди забезпечують достатню точність[4].

Зростання обсягів експериментальних даних та потреба у швидкому аналізі стимулюють пошук нових інструментів. Штучний інтелект (ШІ), зокрема методи машинного та глибинного навчання, дедалі активніше інтегрується у фізичні дослідження[5]. Його здатність працювати з великими масивами даних, виявляти приховані закономірності та будувати прогностичні моделі відкриває нові горизонти для науки[6].

1. Моделювання турбулентності у рідинах

Турбулентність — одна з найскладніших проблем класичної фізики. Рівняння Нав’є–Стокса, які описують рух рідин, є фундаментальними, але їх чисельне розв’язання потребує надзвичайних обчислювальних ресурсів[6].

- Приклад застосування ШІ: дослідники NASA використали глибинні нейронні мережі для прогнозування розвитку турбулентних потоків у аеродинамічних дослідженнях. Результати показали, що моделі ШІ здатні відтворювати поведінку потоку у реальному часі, скорочуючи час розрахунків у десятки разів[5].
- Практична цінність: це відкриває можливості для оптимізації конструкцій літаків та космічних апаратів без потреби у тривалих симуляціях на суперкомп’ютерах.

2. Квантові системи та багаточастинкові моделі

Квантова механіка описує системи з великою кількістю частинок, де класичні методи швидко стають непридатними через експоненціальне зростання складності[5].

- Приклад застосування ШІ: алгоритми машинного навчання використовуються для прогнозування станів багаточастинкових квантових систем. Це особливо важливо для розвитку квантових комп’ютерів, де потрібно знаходити оптимальні конфігурації кубітів[5].
- Матеріалознавство: ШІ допомагає передбачати властивості нових матеріалів. Наприклад, моделі глибинного навчання застосовуються для

пошуку надпровідників із високою критичною температурою, що може революціонізувати енергетику.

3. Астрофізика та космологія

Сучасні телескопи та космічні місії генерують терабайти даних щодня. Аналіз таких обсягів інформації потребує нових підходів[5].

- Приклад застосування ШІ: у проєкті Event Horizon Telescope алгоритми глибокого навчання були використані для реконструкції зображення чорної діри у центрі галактики M87. Це стало проривом у космології, адже вперше людство отримало візуальне підтвердження існування чорної діри[5].
- Моделювання формування галактик: ШІ дозволяє створювати симуляції еволюції космічних структур, враховуючи величезну кількість параметрів, які класичні методи не здатні ефективно обробити.

4. Інтеграція ШІ з класичними методами

Важливо підкреслити, що ШІ не замінює традиційні фізичні моделі, а доповнює їх.

- Комбінований підхід: використання класичних рівнянь для базових розрахунків і ШІ для оптимізації та прогнозування дає найбільш ефективні результати[6].
- Приклад: у моделюванні кліматичних процесів фізичні рівняння описують базову динаміку атмосфери, а ШІ уточнює локальні ефекти, такі як утворення хмар чи мікротурбулентність[6].

Виклики застосування ШІ у фізичних дослідженнях

1. Обчислювальні ресурси

- Навчання глибоких нейронних мереж потребує потужних суперкомп'ютерів або кластерів із графічними процесорами (GPU).
- Для моделювання турбулентності чи багаточастинкових квантових систем обсяг даних може сягати терабайтів, що робить процес надзвичайно енерговитратним[6].
- Це створює бар'єр для невеликих дослідницьких груп, які не мають доступу до високопродуктивних обчислювальних систем.

2. Інтерпретація результатів («чорний ящик» моделей)

- Нейронні мережі часто дають точні прогнози, але пояснити, чому саме вони прийняли таке рішення, складно.
- У фізиці важливо не лише отримати результат, а й зрозуміти механізм явища[5].
- Приклад: модель може передбачити поведінку турбулентного потоку, але не пояснити, які фізичні фактори стали ключовими. Це знижує довіру до результатів у фундаментальних дослідженнях.

3. Якість та доступність даних

- ШІ моделі залежать від обсягу та якості навчальних даних. Якщо дані неповні або містять похибки, результати можуть бути спотвореними.
- У квантових дослідженнях чи астрофізиці часто бракує експериментальних даних, що обмежує можливості навчання моделей[4].

- Проблема також у стандартизації: різні лабораторії використовують різні формати даних, що ускладнює їх інтеграцію.

4. Ризик перенавчання та узагальнення

- Моделі можуть добре працювати на навчальних даних, але давати помилки при застосуванні до нових задач.

- У фізиці це критично, адже дослідження часто виходять за межі відомих експериментів[5].

- Приклад: модель, навчена на даних про турбулентність у воді, може некоректно працювати для газових потоків.

5. Етичні та організаційні аспекти

- Використання ШІ у фізиці потребує міждисциплінарної співпраці між фізиками, математиками та спеціалістами з комп'ютерних наук.

- Існує ризик надмірної залежності від алгоритмів, коли дослідники починають довіряти результатам без критичного аналізу[1;2]

- Також важливим є питання відкритості даних: не всі експериментальні результати доступні для широкої наукової спільноти

Висновки

Застосування штучного інтелекту у моделюванні складних фізичних явищ демонструє значний науковий та практичний потенціал. Приклади використання ШІ у дослідженні турбулентності, квантових систем та астрофізичних процесів підтверджують його здатність забезпечувати точніші прогнози та скорочувати час обчислень[5].

Попри виклики, інтеграція ШІ у фізику відкриває нові можливості для фундаментальних і прикладних досліджень. Поєднання класичних методів та інтелектуальних алгоритмів створює синергію, яка може стати основою для проривів у квантових технологіях, матеріалознавстві та космології[6].

Отже, штучний інтелект не лише доповнює традиційні підходи, але й формує нову парадигму фізичних досліджень, де складні явища стають доступними для моделювання, аналізу та прогнозування. Це відкриває перспективи для розвитку науки у XXI столітті та сприяє інтеграції фізики у глобальний контекст цифрової трансформації.

Література

1. Marienko M., Kovalenko V. Artificial Intelligence and Open Science in Education. Digital Library NAES of Ukraine, 2023. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-007

2. Неділько Б. В. Поняття та основні характеристики штучного інтелекту: вітчизняні та зарубіжні підходи. Сучасний науковий журнал, №5(3), 2024. DOI: 10.36994/2786-9008-2024-5-2

3. Pavlos K. Artificial Intelligence in Psychology, Education, and Scientific Research. 2024.

4. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. MIT Press, 2016.
5. Carleo G., Cirac J. I., Cranmer K. et al. Machine learning and the physical sciences. Reviews of Modern Physics, 91(4), 2019.
6. Raissi M., Perdikaris P., Karniadakis G. E. Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving PDEs. Journal of Computational Physics, 378, 2019.

УДК 004.8:539.3

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ

М. Є. Ложнікова, О. А. Овчаренко

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Lognikova13maria@gmail.com

Штучний інтелект (далі ШІ) наразі є зручним інструментом, який значно полегшує життя кожної людини. Він має доступ до величезної цифрової бібліотеки, що дозволяє знайти потрібну інформацію за декілька рухів, а також завжди готовий поділитися своєю «експертною думкою» з будь-якого питання без сумнівів та коливань.

Інженерні розрахунки відносяться до складних задач, розв'язання яких потребує наявності глибоких знань фізики, володіння спеціальними методами та наявності певного досвіду. Було б дуже заманливо мати модель ШІ, яка даватиме якісний результат у відповідь на поставлене технічне завдання без виконання рутинних розрахунків. Сучасні інформаційні технології частково вирішують цю проблему, пропонуючи розробникам системи автоматизованого проєктування, але вони потребують створення комп'ютерних моделей конструкцій, що може викликати труднощі без навичок роботи з конкретним програмним забезпеченням. Натомість ШІ задовольняється звичайним описовим промптом. Тому метою нашого дослідження стало з'ясування рівня готовності сучасних моделей до розв'язання інженерних задач на прикладі класичної задачі опору матеріалів.

Нами розглянуто три найпопулярніші моделі ШІ, які знаходяться у вільному доступі: Gemini 3 Flash, Gemini 3.1 Pro, GPT-5.3 від OpenAI, Microsoft Copilot (Smart). Поставимо перед ними однакову задачу та проаналізуємо якість її виконання. Промпт виглядатиме наступним чином: «Для заданої схеми побудувати епюри внутрішніх зусиль та підібрати балку двотаврового перерізу за ДСТУ 8768:2018 «Двотаври сталеві гарячекатані. Сортамент». Допустиме напруження $[\sigma] = 160$ МПа». До запиту