

УДК 004.8:62

## **ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У СУЧАСНІЙ НАУЦІ ТА ТЕХНІЦІ: ТРАНСФОРМАЦІЯ ПАРАДИГМИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Є. О. Чаплигін, М. С. Маслов, К. О. Смірнов

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

*chaplygin.e.a@gmail.com*

Стрімкий розвиток обчислювальних потужностей та накопичення колосальних масивів даних зумовили перехід наукового пізнання до «четвертої парадигми» (Data-Intensive Science). Штучний інтелект перестав бути просто об'єктом комп'ютерних наук і перетворився на універсальний методологічний інструмент, що фундаментально змінює підходи в біології, фізиці, хімії та інженерії.

Однією з головних проблем класичної науки була обмеженість людського когнітивного апарату в аналізі багатовимірних даних. ШІ вирішує цю проблему за допомогою методів глибокого навчання (Deep Learning).

Найбільш яскравим прикладом є система AlphaFold від DeepMind. Протягом десятиліть передбачення 3D-структури білка за його амінокислотною послідовністю вважалося однією з «найважчих» задач біології. Алгоритми ШІ змогли розв'язати цю задачу з точністю, порівнянною з експериментальними методами (рентгеноструктурний аналіз), що відкрило шлях до створення ліків нового покоління [2].

У дослідженнях ЦЕРН (CERN) ШІ використовується для фільтрації гігабайтів даних, що генеруються кожну секунду під час зіткнень частинок у Великому адронному колайдері. Алгоритми здатні миттєво розпізнавати аномалії, які можуть свідчити про «нову фізику», поза межами Стандартної моделі.

Сучасна інженерія переживає етап цифрової трансформації, де штучний інтелект стає ядром систем життєвого циклу виробу (PLM). Це не просто автоматизація креслень, а перехід до інтелектуального синтезу рішень.

Традиційний підхід до проектування базується на ітераційному процесі: інженер створює модель, проводить аналіз скінченних елементів (FEA), виявляє слабкі місця та вносить правки.

Інженер задає лише граничні умови: точки кріплення, максимальні навантаження, тип матеріалу (наприклад, алюмінієвий сплав 6061) та метод виробництва (3D-друк або фрезерування).

Використовуються топологічна оптимізація та еволюційні алгоритми. ШІ генерує тисячі варіантів геометрії, які людина не здатна уявити. Часто ці форми нагадують кісткові структури або павутиння (біоміметика), що забезпечує найвищий коефіцієнт міцності до маси.

Компанія *General Motors* використала ШІ для перепроєктування кронштейна сидіння. Замість деталі з 8 частин вони отримали одну монолітну деталь, яка на 40% легша і на 20% міцніша.

Цифровий двійник — це віртуальна копія фізичного об'єкта, яка в реальному часі отримує дані з сенсорів (IoT). ШІ в цій системі виконує роль «мозку», що прогнозує майбутнє обладнання.

Замість того, щоб міняти деталь кожні 1000 годин (регламентне ТО), ШІ аналізує спектр вібрацій, температуру та акустичні шуми. На основі методів класифікації та регресії алгоритм виявляє мікротріщини в підшипниках за тижні до аварії. Це критично важливо для авіаційних двигунів (наприклад, *Rolls-Royce Blue Data Thread*) та вітрових турбін.

В інтелектуальних будівлях (Smart Buildings) ШІ регулює системи вентиляції та освітлення, вивчаючи поведінку мешканців, що дозволяє скоротити витрати енергії на 25...30 %.

Раніше промислові роботи програмувалися жорстко: «рухайся в точку А, потім у Б». Сучасні системи використовують Reinforcement Learning (RL), де робот навчається методом спроб і помилок у симуляції (NVIDIA Isaac Gym або PyBullet).

Завдяки комп'ютерному зору на базі архітектур YOLO або Mask R-CNN, роботи можуть безпечно працювати поруч із людиною, миттєво зупиняючись при виявленні перешкоди.

ШІ коригує рух маніпулятора в реальному часі, підлаштовуючись під нерівності металу або зміщення деталей на конвеєрі.

Створення нового сплаву або полімеру раніше займало 10–20 років. ШІ скорочує цей термін до місяців.

Нейронні мережі прогнозують властивості кристалічних решіток (крихкість, провідність) без проведення фізичних плавок.

Використання машинного навчання для аналізу мільйонів комбінацій хімічних елементів, що вже призвело до відкриття нових матеріалів для літій-іонних акумуляторів з підвищеною ємністю.

Інтеграція комп'ютерного зору (Computer Vision) та навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning) дозволила створити роботів, здатних адаптуватися до неструктурованого середовища.

Це критично важливо для: автономного транспорту (Tesla, Waymo); космічних досліджень (марсоходи, що самостійно обирають маршрут); логістичних систем (склади Amazon).

Попри успіхи, існують бар'єри, що стримують повне домінування ШІ в науці:

Більшість нейронних мереж не пояснюють, чому вони прийшли до певного висновку. Для науки, де важливе розуміння причинно-наслідкових зв'язків, це критично. Розвиток Explainable AI (XAI) є пріоритетом.

Алгоритми можуть успадковувати упередження (biases), що містяться в навчальних вибірках.

Навчання сучасних LLM-моделей потребує величезної кількості електроенергії, що ставить питання про екологічність таких досліджень.

### **Висновки**

Штучний інтелект не замінює вченого чи інженера, але виступає потужним інтелектуальним підсилювачем. У майбутньому ми очікуємо появу «автономних лабораторій», де ШІ самостійно висуватиме гіпотези, проводитиме симуляції та ставитиме завдання роботам-маніпуляторам для фізичних експериментів. Це прискорить цикл відкриттів у десятки разів.

### **Література**

1. Agrawal, A., Gans, J., & Goldfarb, A. (2018). *Prediction Machines: The Simple Economics of Artificial Intelligence*. Harvard Business Review Press. – 250 p.
2. Jumper, J., Evans, R., Pritzel, A., et al. (2021). Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold. *Nature*, 596(7873), 583-589.
3. Russell, S. J., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4th ed. Pearson. – 1166 p.
4. Mitchell, M. (2019). *Artificial Intelligence: A Guide for Thinking Humans*. Farrar, Straus and Giroux. – 336 p.
5. UNESCO (2021). *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. UNESCO Publishing.
6. Zhu, H., Wei, M., & Zhang, J. (2020). Big Data and Artificial Intelligence in Material Design. *Advanced Materials*, 32(49), 1907550.
7. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press. – 800 p.
8. Floridi, L., & Chiriatti, M. (2020). GPT-3: Its Nature, Scope, Limits, and Consequences. *Minds and Machines*, 30(4), 681–694.