

2. Розумні міста – інтеграція систем управління міськими сервісами: транспортом, освітленням, водопостачанням, відеоспостереженням, енергетикою.

3. Розподілені системи можуть лягти в основу управління критичними міськими сервісами – транспортною інфраструктурою, освітленням, водопостачанням, системами відеоспостереження та енергопостачання. Такі рішення сприяють підвищенню стійкості міської інфраструктури та забезпеченню безпеки мешканців.

4. Критична інфраструктура. В енергетичному секторі результати дослідження можуть бути використані для побудови систем керування “розумними мережами” (Smart Grid). Аналогічно, можливе застосування у системах водопостачання, зв’язку та екстреного реагування.

5. Промислові підприємства. Високий рівень автоматизації, досягнутий завдяки розподіленим комп’ютерним системам, є особливо актуальним для гірничо-добувної галузі, хімічної промисловості, виробництва та енергетики. Це дозволяє здійснювати моніторинг і контроль технологічних процесів у режимі реального часу.

6. Оборонні структури та надзвичайні служби. Системи такого типу можуть забезпечити оперативне управління логістикою, комунікаціями та ресурсами у військових формуваннях, центрах реагування на надзвичайні ситуації та службах цивільного захисту.

7. Освітні й наукові установи. У вищих навчальних закладах і дослідницьких центрах розподілені системи можуть бути використані для організації інтелектуальних кампусів, віртуалізованих лабораторій, симуляційних платформ та енергоефективного управління інфраструктурою.

Таким чином, запропоновані в роботі технічні рішення мають універсальний характер і можуть бути адаптовані до потреб різних галузей, що працюють із великими обсягами даних, складною інфраструктурою та потребують високого рівня надійності.

1. Д. Мартинюк, Д. Гордєєва, М. Поліщук, С. Костючко. Засоби організації розподіленої комп’ютерної системи управління аеропортом // Технічні вісті. Львів, 2024. №1(59), 2(60). С. 54 – 56.

2. Smart Airports. URL: <https://cdn.github.org/umbraco/media/3599/45-smartairports.pdf> (дата звернення 16.03.2024).

3. Challenges and opportunities in airport management. URL: <https://copenhagenuptimization.com/challenges-and-opportunities-in-airportmanagement/> (дата звернення 01.04.2024).

4. Shorten Heathrow runway to save £3bn, says BA chief. URL: <https://www.thetimes.com/business-money/companies/article/shorten-heathrowrunway-tosave-3bn-says-ba-chief-x7388prft> (дата звернення 15.04.2024).

5. Meet the robots that may be coming to an airport near you. URL: <https://www.cnn.com/2020/01/10/meet-the-robots-that-may-be-coming-to-anairport-nearyou.html> (дата звернення 01.05.2024).

6. Міжнародний аеропорт Доха Хамад. URL: <https://skybooking.ua/airport/hamad-international-airport/> (дата звернення 09.05.2024).

ОСНОВНІ МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НОВІТНІХ МАТЕРІАЛІВ

Пастернак Ярослав Михайлович, Хоменко Віталій Юрійович

Волинський національний університет імені Лесі Українки,

iaroslav.pasternak@vnu.edu.ua, khomenko.vitalii2024@vnu.edu.ua

На даний час активно розвиваються наукові напрями, пов’язані із застосуванням методів машинного навчання до вивчення властивостей новітніх матеріалів. Цей підхід дозволяє значно пришвидшити дослідження та зменшити витрати на експериментальні випробування. Фізико-механічні властивості матеріалів, такі як міцність, твердість, модулі пружності та параметри пластичності, мають вирішальне значення для їхнього практичного застосування. Традиційні методи визначення цих властивостей часто є дорогими, тривалими та потребують складного обладнання. Завдяки методам машинного навчання стало можливим прогнозувати ці властивості за допомогою математичних моделей. Це

особливо важливо при розробці нових композиційних матеріалів, наноматеріалів або матеріалів з програмованими властивостями.

Серед основних підходів машинного навчання варто виокремити лінійну регресію. Цей метод є простим і дозволяє швидко отримати модель залежності між параметрами. Проте лінійна регресія часто не враховує складні нелінійні взаємозв'язки між характеристиками матеріалу. Іншим популярним методом є дерева рішень та ансамблеві моделі, зокрема Random Forest. Ці моделі добре працюють із великими наборами даних та здатні враховувати взаємодію між змінними. Їх перевага – інтерпретованість результатів та стійкість до перенавчання. Однак вони можуть вимагати багато обчислювальних ресурсів.

Ще один ефективний підхід – метод опорних векторів (SVM). SVM дозволяє будувати точні моделі для задач класифікації та регресії навіть на невеликих наборах даних. Однак вибір ядра та налаштування параметрів моделі може бути складним. Окрему увагу слід приділити нейронним мережам та глибокому навчанню. Ці методи надзвичайно потужні й здатні відтворювати складні функціональні залежності. Вони показують високу точність у прогнозуванні властивостей матеріалів. Проте їх мінус – складність навчання, потреба у великих даних і менша інтерпретованість результатів.

Також застосовуються методи кластеризації, наприклад, алгоритм k-середніх. Вони дозволяють знаходити закономірності та групи матеріалів із подібними властивостями. Це корисно на початкових етапах дослідження. До плюсів відноситься простота реалізації, а до мінусів – чутливість до вибору початкових параметрів. Для підвищення ефективності аналізу даних часто використовують гібридні підходи. Наприклад, поєднання машинного навчання з методами оптимізації або обчислювальної механіки. Це дає змогу враховувати як експериментальні дані, так і теоретичні моделі. Важливу роль відіграє якість та обсяг вхідних даних. Без достатньої кількості достовірних даних навіть найкращі алгоритми не дадуть точних результатів. Тому створення баз даних матеріалів є ключовим етапом у впровадженні машинного навчання. Окремо варто зазначити, що машинне навчання не замінює класичних методів, а доповнює їх. Воно дозволяє виявляти приховані закономірності та пришвидшувати процес розробки нових матеріалів.

Отже, методи машинного навчання відкривають нові можливості в матеріалознавстві. Кожен з підходів має свої переваги та обмеження, які слід враховувати при виборі моделі. Оптимальним є поєднання кількох методів та врахування специфіки завдання. Подальші дослідження в цьому напрямку сприятимуть точнішому прогнозуванню властивостей матеріалів.