

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ТРАНСПОРТІ

Герасимов Н. Є.

Херсонська державна морська академія

Керівник: к.т.н., доц., Доценко Г. Г

Вступ. Сьогодні ми стоїмо на порозі нової промислової революції, рушійною силою якої є цифрові технології, зокрема штучний інтелект. Однією з найбільш перспективних галузей для застосування ШІ є транспорт.

У сучасному світі, що динамічно змінюється, транспортна індустрія перебуває на порозі революційних змін, керованих розвитком технологій. Штучний інтелект (ШІ) є однією з найважливіших рушійних сил цієї трансформації, що дозволяє зробити перевезення людей і вантажів значно безпечнішими, ефективнішими та екологічнішими. Штучний інтелект кардинально змінює транспортну індустрію, роблячи її ефективнішою, безпечнішою та зручнішою.

Впровадження ШІ охоплює всі сфери — від наземного транспорту до авіації та морських перевезень. Розумні системи допомагають керувати трафіком, оптимізувати маршрути, прогнозувати несправності та навіть створювати повністю автономні транспортні засоби.

Ця стаття розкриває ключові аспекти використання штучного інтелекту в різних видах транспорту, демонструючи, як інноваційні технології вже змінюють наше сьогодення та формують майбутнє. Впровадження ШІ в транспортній системі відкриває нові можливості, трансформуючи управління транспортними потоками, технічне обслуговування автомобілів, суден та поїздів і взаємодію з пасажиром.

Виклад основного матеріалу. Один з найпомітніших прикладів використання штучного інтелекту (ШІ) у транспорті — це автономні автомобілі. Завдяки системам автопілота, заснованим на ШІ, транспортні засоби можуть рухатися самостійно, без участі людини.

Автономні автомобілі використовують набір технологій для аналізу навколишнього середовища та прийняття рішень:

- лідари та радары створюють 3D-мапу, дозволяючи автомобілю «бачити» перешкоди, інші машини та пішоходів.

- Камери, які розпізнають дорожні знаки, розмітку та сигнали світлофорів.

Такі технології значно підвищують безпеку на дорогах, оскільки зменшують Алгоритми машинного навчання аналізують усі ці дані, щоб точно керувати ймовірністю аварій, спричинених людським фактором.

Крім того, системи допомоги водієві (ADAS), що включають адаптивний круїз-контроль та автоматичне екстрене гальмування, роблять керування зручнішим та безпечнішим. Вони попереджають про можливу небезпеку та допомагають уникнути зіткнень [1].

У міських умовах штучний інтелект використовується для оптимізації керування дорожнім рухом. Розумні світлофори, керовані алгоритмами, можуть адаптувати свої цикли роботи в залежності від інтенсивності трафіку, тим самим знижуючи затори та покращуючи потік транспорту.

У розумних міських системах застосовуються такі технології:

- датчики руху, які встановлюються на дорогах і світлофорах для моніторингу інтенсивності трафіку в реальному часі;

- алгоритми оптимізації, які використовуються для аналізу даних з датчиків та адаптації роботи світлофорів для покращення потоків транспорту;

- інформаційні панелі, які повідомляють водіїв про поточну ситуацію на дорогах, пропонуючи альтернативні маршрути.

У залізничному транспорті штучний інтелект відіграє ключову роль у передиктивному обслуговуванні рухомого складу та інфраструктури. Аналіз даних про

стан поїздів та колій дозволяє своєчасно виявляти потенційні проблеми та запобігати поломкам. Це підвищує надійність та безпеку залізничних перевезень.

У залізничному транспорті застосовуються такі технології:

- системи моніторингу стану, які використовуються для контролю стану коліс, рейок та інших компонентів у реальному часі;
- алгоритми передбачення відмов, які аналізують дані про вібрації, температуру та знос, передбачаючи можливі поломки;
- оптимізація розкладу, тобто алгоритми штучного інтелекту допомагають оптимізувати розклад руху поїздів, покращуючи координацію та зменшуючи час очікування на станціях [2].

Крім того, алгоритми штучного інтелекту допомагають оптимізувати розклад руху поїздів, покращуючи координацію та зменшуючи час очікування на станціях. Це особливо важливо для високошвидкісних залізничних систем, де точність розкладу відіграє критичну роль.

В авіаційній промисловості штучний інтелект використовується для оптимізації маршрутів польотів, що дозволяє скоротити час у дорозі і зменшити витрату палива. Аналіз даних про погодні умови, повітряний трафік та інші фактори допомагає пілотам та авіадиспетчерам приймати більш поінформовані рішення.

Приклади технологій в авіації:

- системи прогнозування погоди, тобто системи аналізують дані про погодні умови в реальному часі, пропонуючи оптимальні маршрути;
- управління повітряним рухом, використовуючи алгоритми штучного інтелекту допомагають авіадиспетчерам координувати польоти, знижуючи затримки та покращуючи безпеку;
- предиктивне обслуговування літаків, результати аналізу даних про стан літаків дозволяє своєчасно виявляти та усувати потенційні проблеми з обладнанням [3].

Передиктивне обслуговування літаків, засноване на технологіях штучного інтелекту, дозволяє своєчасно виявляти та усувати потенційні проблеми з обладнанням, підвищуючи безпеку польотів та знижуючи витрати на ремонт та обслуговування.

Штучний інтелект (ШІ) революціонує морську індустрію, роблячи її безпечнішою, ефективнішою та екологічнішою. ШІ застосовується в різних аспектах, від навігації суден до управління портами, допомагаючи знизити витрати та підвищити надійність перевезень.

На морському транспорті ШІ використовується для оптимізації маршрутів суден. Аналіз даних про погодні умови, стан моря та інші фактори допомагає капітанам суден вибирати найбільш безпечні та ефективні маршрути, скорочуючи час у дорозі та витрату палива.

Однією з особливостей застосування морського штучного інтелекту є оптимізація судноплавних операцій. ШІ може швидко аналізувати дані про погодні умови, продуктивність суден та попит на вантажі, щоб знайти оптимальні маршрути, швидкість та графіки. Це може призвести до економії палива, зниження витрат та більш точного розрахунку часу подачі.

Штучний інтелект для морського судноплавства може також надати цінну інформацію в результаті аналізу даних. Алгоритми ШІ обробляють величезні обсяги даних із різних джерел для виявлення особливостей та особливостей, що призводить до прийняття більш обґрунтованих бізнес-рішень. Він також надає інформацію про завантаженість портів, час транзиту та тривалість суднозаходів, що підвищує важливість ефективності судноплавних операцій і може допомогти менеджерам з логістики враховувати затримки та знизити витрати.

Компанія Windward, лідер у галузі відстеження морських перевезень, розробила рішення Maritime AI™, щоб надати вантажовідправникам та іншим ключовим учасникам екосистеми новітні аналітичні дані та інформацію на основі ШІ [4].

Приклади використання ШІ технологій на морському транспорті:

- системи навігації, які аналізують дані про погодні умови та стан моря, пропонуючи оптимальні маршрути для суден;
- автоматичне управління портами, використовуючи штучний інтелект допомагає координувати розвантаження та навантаження суден, скорочуючи час простою та підвищуючи загальну ефективність портових операцій;
- моніторинг стану суден, системи штучного інтелекту аналізують дані про технічний стан суден, попереджаючи про можливі поломки та оптимізуючи їх технічне обслуговування.

ШІ використовується для прогнозування технічних несправностей судових систем [5]. Сенсори, які встановлені на судах збирають дані про роботу двигунів, насосів та іншого обладнання. ШІ-системи аналізують ці дані, щоб виявляти аномалії та потенційні проблеми на ранній стадії, а також прогнозувати час виходу з ладу компонентів.

Такий підхід дозволяє переходити від реактивного до проактивного обслуговування, запобігаючи серйозним поломкам, що могли б призвести до тривалих простоїв або аварій.

Для оцінки технічного стану об'єкта до вектора X_k можуть бути включені різні фізичні параметри, які можуть бути пов'язані з такими показниками, як:

- Температура окремих вузлів (T_1, T_2, \dots), якщо об'єкт має кілька температурних зон, то кожна температура може бути окремою компонентою. Їхній взаємозв'язок може бути заданий у вигляді матриці A через теплопровідність або конвекцію між вузлами.
- Тиск у системі (P) може бути одним компонентом. Його динаміка може залежати від об'єму, температури (закон ідеального газу) або потоку, що відображається в матриці A .
- Рівень вібрації (v). Зазвичай, крім самої величини вібрації, включають такі показники, як її швидкість та/або прискорення, щоб повністю описати динаміку:

$$X_k = \begin{bmatrix} \text{вібрація}_k \\ \text{швидкість вібрації}_k \\ \text{прискорення вібрації}_k \end{bmatrix}$$

Ці компоненти за своєю природою пов'язані через диференціювання або інтегрування, і це буде відображено у структурі матриці A .

- Швидкість обертання (ω) може бути однією компонентою, а її похідна (кутове прискорення) може бути іншою, якщо це важливо для динаміки:

$$X_k = \begin{bmatrix} \text{швидкість обертання}_k \\ \text{кутове прискорення}_k \end{bmatrix}$$

- Електричні параметри (струм I , напруга U , опір R), наприклад, для акумуляторної батареї:

$$X_k = \begin{bmatrix} \text{заряд батареї (SOC)}_k \\ \text{напруга розімкнутого ланцюга (OCV)}_k \end{bmatrix}$$

Ці параметри пов'язані з електрохімічними моделями.

- Параметри, що характеризують зношування (товщина шару, зазор, та інші):

$$X_k = \begin{bmatrix} \text{поточна товщина}_k \\ \text{швидкість зносу}_k \end{bmatrix}$$

Тут швидкість зносу впливає на зміну товщини, що буде враховано в матриці A .

Вектор оцінки технічного стану об'єкта X_k об'єднує всі фізичні параметри, що характеризують технічний стан об'єкта, які описані вище:

$$X_k = [T_1, T_2, \dots, P, v, a_v, \omega, \epsilon, I, U, R, \delta, S_\delta]^T$$

де T_1, T_2, \dots — температури окремих вузлів;

P — тиск у системі;

v, a_v — рівень та прискорення вібрації;

ω, ϵ — швидкість та кутове прискорення обертання;

I, U, R — електричні параметри (струм, напруга, опір);

δ, S_δ — параметри зносу (товщина шару та швидкість її зміни).

Матриця A є матрицею переходу, яка показує, як кожний параметр вектора X_k впливає на зміну іншого параметра. Кожен елемент A_{ij} показує, як j -й параметр впливає на i -й.

$$A = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ A_{n1} & A_{n2} & \dots & A_{nn} \end{pmatrix}$$

де n — кількість параметрів у векторі X_k .

Матриця A для конкретного об'єкта може бути заповнена числовими значеннями після аналізу його фізичних властивостей, конструкції та робочих умов. Вона є ключовим компонентом для побудови моделі технічного стану об'єкта.

Автоматичне управління портами з використанням штучного інтелекту покращує координацію розвантаження та навантаження суден, скорочуючи час простою та підвищуючи загальну ефективність портових операцій.

У логістиці штучний інтелект допомагає оптимізувати маршрути доставки вантажів, що скорочує витрати та час у дорозі. Аналіз даних про трафік, погодні умови та інші фактори дозволяє логістичним компаніям розробляти найефективніші маршрути.

Автономні судна (безекіпажні), що використовують ШІ, можуть рухатися без екіпажу, що значно знижує ризик людської помилки та операційні витрати.

Безекіпажні судна, або автономні надводні кораблі (MASS), — це морські судна, що повністю або частково працюють без втручання людини на борту. Вони керуються за допомогою складних систем на основі штучного інтелекту (ШІ), що робить морські перевезення безпечнішими, ефективнішими та екологічнішими.

ШІ в безекіпажних суднах виконує функції, які зазвичай виконує екіпаж:

- Сприйняття навколишнього середовища: Судна оснащені різноманітними сенсорами, як-от радары, лідари та камери, які збирають дані про рух інших суден, погодні умови, наявність айсбергів чи рифів. Ці дані постійно аналізуються ШІ-системою.
- Прийняття рішень: Завдяки алгоритмам машинного навчання ШІ може самостійно обирати оптимальний курс, розраховувати швидкість та уникати зіткнень. Наприклад, система може визначити, що певний маршрут є небезпечним через шторм, і автоматично прокласти новий.
- Управління судном: ШІ керує двигунами, кермом та іншим обладнанням судна, забезпечуючи точне виконання навігаційних команд.

Хоча технологія все ще розвивається, безекіпажні судна вже проходять випробування та мають великий потенціал для трансформації світового морського транспорту [6].

Приклади технологій у логістиці та вантажоперевезеннях:

- Оптимізація маршрутів: Алгоритми штучного інтелекту аналізують дані про трафік та погоду, пропонуючи оптимальні маршрути для доставки вантажів;
- Управління складом: Роботи, керовані штучним інтелектом, можуть сортувати та зберігати товари, підвищуючи ефективність складських операцій;
- Предиктивна аналітика: Використовується для прогнозування попиту та оптимізації запасів, знижуючи витрати на зберігання.

Також штучний інтелект використовується для автоматизації керування складами. Роботи, які керовані штучним інтелектом, можуть сортувати та зберігати товари, підвищуючи ефективність складських операцій та знижуючи витрати на робочу силу. [4].

ШІ допомагає оптимізувати логістичні процеси. Алгоритми машинного навчання можуть:

- Розраховувати оптимальні маршрути, враховуючи ціни на паливо, погоду, розклад портів та інші фактори. Це дозволяє скоротити час у дорозі та зменшити викиди

CO₂.

- Прогнозувати затримки та ймовірні проблеми в портах, що дає змогу завчасно коригувати графіки.
- Керувати вантажами, відстежуючи їхній стан і запобігаючи втратам.

Це підвищує ефективність усього логістичного ланцюга та забезпечує своєчасну доставку товарів.

Застосування ШІ робить морський транспорт більш інтелектуальним та надійним, що є ключовим для глобальної торгівлі. У майбутньому очікується ще більшого розвитку та впровадження штучного інтелекту в транспортну індустрію, що принесе додаткові переваги та поліпшення.

Системи штучного інтелекту навчаються на основі одержаних даних, тому вкрай важливо забезпечити точність, достовірність та репрезентативність даних для розв'язування поставленого завдання. Перевірка якості даних необхідна для забезпечення їх чистоти, узгодженості та відсутності помилок та упередженості.

Висновки. Штучний інтелект вже не є технологією майбутнього, а активно впроваджується в усі сфери транспорту. Застосування штучного інтелекту в транспортній галузі є незворотнім і багатограним процесом, який охоплює всі її сфери. Від автономних автомобілів і розумних світлофорів до предиктивного обслуговування залізниць та літаків, ШІ значно підвищує безпеку, оптимізує логістику та знижує негативний вплив на довкілля.

Технології ШІ у морському транспорті та логістиці вже дозволяють автоматизувати порти, оптимізувати маршрути та навіть керувати безекіпажними суднами. Хоча на цьому шляху все ще є виклики, пов'язані з регулюванням, кібербезпекою та етичними питаннями, потенціал ШІ для створення безпечнішої, ефективнішої та сталішої транспортної системи є величезним. Подальший розвиток технологій ШІ обіцяє ще глибшу інтеграцію, що зробить транспортну мережу повністю інтелектуальною та автоматизованою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вітрук Б. Аналіз сучасного стану інтелектуальних транспортних систем / Б. Вітрук // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції учених та студентів «Цифрова економіка як фактор інновацій та сталого розвитку суспільства», 7–8 грудня 2023 року. — Т.: ТНТУ, 2023. — С. 172–173.

2. Besinovich, N., et al. (2022) Artificial Intelligence in Railway Transport: Taxonomy, Regulations, and Applications. In: IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 23, no. 9, pp. 14011-14024, doi: 10.1109/TITS.2021.313163

3. Штучний інтелект у транспортній інфраструктурі: застереження для України. URL : <https://www.sea.com.ua/ua/news/iskusstvennyj-intellekt-v-transportnoj-infrastrukture-predosterezenie-dla-ukrainy/?srsltid=AfmBOopRuwHxdZXLYcEAUA6jA963XFc6Po0T08pMYF03xGSSVpBJYJw>

4. The Maritime Lexicon. URL : https://windward-ai.translate.google/glossary/what-is-maritime-ai/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=rq#:~:text=Maritime%20AI%E2%84%A2%20combines%20machine,delays%20and%20offe

5. Подшипники и промышленное оборудование. URL : <https://bergab.ru/newsrss/feed040820.shtml?srsltid=AfmBOoo0AqcxDsvbMOSTVHKqCMwD HsG4ytu7j9ur2cv8oI-dPo9PL9EY>

6. Rutkowski, L., Korytkowski, M., Scherer, R., Tadeusiewicz, R., Zadeh, L., Zurada, J. (eds) Artificial Intelligence and Soft Computing. ICAISC 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 10245. Springer, Cham.