

мобільності: від автономного водіння та прогнозованого технічного обслуговування до підключених транспортних засобів і виробництва на основі штучного інтелекту.

Незважаючи на такі проблеми, як кібербезпека, дотримання нормативних вимог і високі витрати на інтеграцію, майбутнє ШІ в автомобільній промисловості виглядає неймовірно багатообіцяючим. З розвитком генеративного штучного інтелекту, периферійних обчислень і платформ на основі штучного інтелекту автовиробники прискорюють впровадження інновацій протягом усього життєвого циклу автомобіля.

Щоб залишатися попереду в цьому сучасному напрямку, що швидко розвивається, компанії повинні прийняти надійні, масштабовані та керовані штучним інтелектом рішення, які забезпечують якість, відповідність і наскрізну відстежуваність.

Використання штучного інтелекту (ШІ) в автомобілях є одним із ключових трендів сучасної автопромисловості, що спрямований на підвищення безпеки, комфорту та автоматизацію керування. ШІ трансформує автомобілі з механічних засобів пересування на "розумні" підключені пристрої.

### Література

1. Роль штучного інтелекту в автономному транспорті : сайт. URL: <https://energymap.com.ua/rol-shtuchnogo-intelektu-v-avtonomnomu-transporti-dosyagnennyata-vyklyky/> (дата звернення 14.03.2026)
2. Intelligent Transportation System Technologies, Challenges and Security : сайт. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/11/4646> (дата звернення 14.03.2026)
3. Integrative analysis of multimodal traffic data: addressing open challenges using big data analytics : сайт. URL: <https://etrr.springeropen.com/articles/10.1186/s12544-021-00520-3> (дата звернення 14.03.2026)
4. Open Data & Analytics For Urban Transportation : сайт. URL: <https://www.smartnation.gov.sg/initiatives/open-data-analytics/> (дата звернення 14.03.2026)
5. Intelligent Transport Systems (ITS). Introduction Guide : сайт. URL: [https://www.jsce-int.org/system/files/ITS\\_Introduction\\_Guide\\_2.pdf](https://www.jsce-int.org/system/files/ITS_Introduction_Guide_2.pdf) 14.11.2024)
7. Intelligent Transport Systems and Smart (дата Mobility : <https://www.itu.int/en/ITU-T/ITS/Pages/default.aspx> (дата звернення 14.03.2026)

*Нуковий керівник Шаповаленко В.О., асистент кафедри автомобілів ім. А.Б.Гредескула*

Мазелюк Павло, ст. гр. ІАТМ-11  
Луцький національний технічний університет  
[mazelukpavlo@gmail.com](mailto:mazelukpavlo@gmail.com)

## АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ЗАПАС ХОДУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Електромобіль є чутливим до умов зовнішнього середовища, а температура повітря належить до найважливіших чинників, що визначають фактичний запас ходу. На відміну від автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння, в електромобілі частина енергії тягової батареї витрачається не лише на рух, а й на забезпечення теплового комфорту в салоні, підігрів батареї, роботу систем розморожування та кондиціонування. Саме тому реальний пробіг суттєво відрізняється від паспортних значень у холодний і спекотний періоди року [1-3].

Основний механізм зниження запасу ходу за низьких температур пов'язаний зі зменшенням ефективності літій-іонної батареї. У холоді зростає внутрішній опір елементів, зменшується доступна корисна енергія та погіршується приймання рекуперативної енергії. Додатково зростають витрати на обігрів салону, сидінь, скла та керма. За даними реальних дорожніх випробувань у Великій Британії, в міському режимі за температури 0-15 °C запас ходу електромобіля був приблизно на 28 % нижчим, ніж за помірних температур 15-25 °C [1]. Дослідження NREL також підтверджує, що в холодному кліматі суттєву частку втрат формують саме допоміжні споживачі енергії та попередній прогрів автомобіля [4].

Не менш важливим є вплив високих температур. У спекотну погоду батарея працює в умовах підвищеного теплового навантаження, а частина енергії спрямовується на охолодження батареї та салону. За результатами дослідження, виконаного на основі понад 3000 поїздок у Кувейті, мінімальна енергоемність руху спостерігалася за температури близько 22–23 °C; подальше підвищення температури призводило до збільшення питомих витрат енергії та зменшення запасу ходу [2]. Отже, негативний ефект має як холод, так і спека, а найсприятливішим є помірний температурний діапазон.

Українські дослідження підтверджують цю закономірність. За даними О. П. Сакно та співавторів, найменше енергоспоживання досягається близько 20–21,5 °C; при 0 °C втрати запасу ходу становлять близько 20 %, при –10 °C — до 40 %, а при –20 °C - до 50 % [3]. Аналогічно, для Hyundai Kona Electric встановлено, що оптимальним є діапазон 10–30 °C у міському режимі та 12–28 °C на трасі, де досягається найкраще співвідношення між витратами енергії та пройденою відстанню [5].

Окремої уваги потребує аналіз режимів прогріву системи електромобіля перед початком руху. У сучасних електромобілях застосовуються кілька основних режимів попередньої термопідготовки: прогрів салону, прогрів тягової батареї та комбінований режим, за якого одночасно забезпечується комфорт водія і пасажирів та виведення батареї в оптимальний температурний діапазон [4; 6]. Найефективнішим є попередній прогрів під час підключення

автомобіля до зовнішнього джерела живлення, оскільки в такому разі енергія на обігрів салону і батареї надходить із мережі, а не з тягової батареї. Це дає змогу зменшити початкові енерговитрати після старту та знизити втрати запасу ходу, особливо за низьких температур [6].

У холодних умовах попередній прогрів батареї є важливим не лише для збільшення запасу ходу, а й для покращення приймання потужності під час рекуперації та заряджання. Якщо батарея не прогріта, система керування обмежує її навантаження та зарядні струми, що погіршує динаміку енергетичних процесів у перші хвилини руху [4; 7]. Дослідження показують, що підігрів системи перед короткими поїздками є особливо доцільною, оскільки без неї значна частка енергії витрачається саме на початковий розігрів систем автомобіля. Водночас за тривалих поїздок ефект прогріву частково нівелюється, оскільки теплова рівновага досягається вже в процесі експлуатації [4; 6].

Слід також враховувати, що режими попереднього підігріву системи можуть бути орієнтовані не лише на початок руху, а й на підготовку батареї до швидкого заряджання. У такому випадку система доводить температуру акумулятора до рівня, за якого забезпечуються кращі умови приймання енергії та скорочується тривалість зарядного сеансу [7]. Отже, попередній прогрів слід розглядати як важливий елемент енергетичного менеджменту електромобіля, що безпосередньо впливає на реальний запас ходу, стабільність роботи батареї та загальну ефективність експлуатації [4; 6; 7].

Практичне значення аналізу полягає в тому, що під час планування експлуатації електромобілів необхідно враховувати сезонні поправки до запасу ходу. Для зменшення температурних втрат доцільно застосовувати попередню термопідготовку батареї під час заряджання, використовувати локальні засоби обігріву замість інтенсивного нагріву всього салону, уникати тривалого зберігання автомобіля з критично низьким зарядом у мороз, а також враховувати вплив температури при плануванні мережі зарядної інфраструктури [2; 4].

Отже, температура навколишнього середовища істотно впливає на запас ходу електромобіля через зміну ефективності тягової батареї та зростання енерговитрат на допоміжні системи. Найвищі значення пробігу досягаються за помірної температури близько 20–23 °С, тоді як холод і спека зумовлюють відчутне зменшення реального запасу ходу. Це необхідно враховувати як у наукових дослідженнях, так і в практиці експлуатації електричного транспорту [1–7].

## Література

1. Al-Wreikat Y., Serrano C., Sodr  J. R. Effects of ambient temperature and trip characteristics on the energy consumption of an electric vehicle. *Energy*. 2022. Vol. 238, Part C. Article 122028. DOI: 10.1016/j.energy.2021.122028.

2. Hamwi H., Rushby T., Mahdy M., Bahaj A. S. Effects of High Ambient Temperature on Electric Vehicle Efficiency and Range: Case Study of Kuwait. *Energies*. 2022. Vol. 15, No. 9. Article 3178. DOI: 10.3390/en15093178.

3. Сакно О. П., Сакно О. Р., Медведєв Є. П., Цимбал С. В. Дослідження впливу зовнішніх факторів на експлуатаційні властивості електромобіля. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2024. Т. 19, № 1. С. 131–138.

4. Esparza, Eliseo, et al. "Electric Vehicle and Charging Infrastructure Assessment in Cold-Weather Climates: A Case Study of Fairbanks, Alaska." , Jan. 2025. <https://doi.org/10.2172/2500794>.

5. Гнатов А., Аргун Щ., Ульянець О., Іванов Д. Вплив температури навколишнього середовища та швидкості руху електромобіля Hyundai Kona Electric на його пробіг. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології*. 2025. № 28. С. 14–24. DOI: 10.30977/VEIT.2025.28.0.2.

6. Barnitt R., Brooker A., Ramroth L., Rugh J., Smith K. Analysis of Off-Board Powered Thermal Preconditioning in Electric Drive Vehicles. Golden, CO : National Renewable Energy Laboratory, 2010. 21 p. NREL/CP-5400-49252. DOI: 10.2172/1004898.

7. M.A. Bamdezh, G.R. Molaeimanesh, R. Mohammadi Saman Kand, M. Mostajeran, Effects of temperate, cold, and warm climate conditions on electric vehicle and battery thermal management system performance: Energy usage, battery aging, and carbon footprints, *Energy Conversion and Management*, Volume 339, 2025, 119935, ISSN 0196-8904, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2025.119935>.

*Науковий консультант: Дембіцький В.М., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, к.т.н. Луцький національний технічний університет*

Осінний Владислав , ст.гр. АА-41-22

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## **КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ РУЛЬОВИХ МЕХАНІЗМІВ СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛІВ**

Яким би гарним і потужним не був автомобіль, без цього механізму на ньому неможливо було б безпечно пересуватися. Рульове управління дозволяє транспортному засобу маневрувати на поворотах (рис.1).



Рисунок 1. Маневрування автомобіля на повороті