

**ВПЛИВ СЕЗОННИХ ФАКТОРІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ
ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ У ЛОГІСТИЧНІЙ СИСТЕМІ ПІДПРИЄМСТВА**

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Сучасний розвиток логістики супроводжується активним впровадженням електричного транспорту, що обумовлено екологічними та економічними факторами. Дослідження впливу сезонних змін на експлуатацію електромобілів демонструє значну залежність їх ефективності від температурних режимів, атмосферних опадів та дорожніх умов. Взимку запас ходу електромобілів може скорочуватися до 40% через зниження температури та підвищене споживання енергії для обігріву. Влітку ефективність також знижується через використання кондиціонерів. Оптимізація маршрутів, адаптація інфраструктури та розвиток технологій акумуляторних батарей сприяють підвищенню ефективності логістичних процесів за допомогою електротранспорту.

Ключові слова: електромобілі, сезонні фактори, логістика, енергоспоживання, оптимізація маршрутів, акумуляторні батареї.

Abstract

The modern development of logistics is accompanied by the active implementation of electric transport, driven by ecological and economic factors. Research on the impact of seasonal changes on electric vehicle operation demonstrates a significant dependence of efficiency on temperature conditions, atmospheric precipitation, and road conditions. In winter, the driving range of electric vehicles can decrease by up to 40% due to temperature drops and increased energy consumption for heating. In summer, efficiency also decreases due to air conditioning use. Route optimization, infrastructure adaptation, and battery technology advancements contribute to improving the efficiency of logistics processes through electric transport.

Keywords: electric vehicles, seasonal factors, logistics, energy consumption, route optimization, battery technology.

Сучасний етап розвитку логістичної галузі характеризується активним впровадженням електричного транспорту в операційні процеси підприємств. Цей перехід зумовлений як екологічними вимогами, так і економічними перевагами електромобілів. Дослідження особливостей експлуатації електротранспорту в різних умовах стає все більш актуальним для оптимізації логістичних процесів. Аналіз впливу сезонних факторів на ефективність використання електромобілів базується на даних, отриманих від провідних логістичних операторів протягом повного річного циклу експлуатації. Результати досліджень демонструють значну залежність експлуатаційних характеристик від кліматичних умов.

Температурний режим є одним із ключових факторів, що визначають ефективність роботи електромобілів у логістичній системі. При зниженні температури навколишнього середовища нижче нуля градусів Цельсія спостерігається суттєве зменшення запасу ходу транспортних засобів. Дослідження показують, що при температурі -10°C запас ходу може скорочуватися до 40% від номінального значення. Це пов'язано з підвищеним енергоспоживанням систем обігріву салону та батареї. Додатковим фактором є зниження ефективності роботи літій-іонних акумуляторів при низьких температурах.

Особливості експлуатації електромобілів у зимовий період вимагають спеціального підходу до організації логістичних процесів. Час, необхідний для повного заряджання акумуляторних батарей, збільшується на 20-25% через потребу в попередньому підігріві батарейного блоку. Ця особливість суттєво впливає на планування графіків роботи транспорту. Необхідність додаткового часу на підготовку транспортних засобів має бути врахована при складанні маршрутних листів. Оптимізація процесів заряджання стає критично важливим елементом управління автопарком.

Експлуатація електромобілів у літній період має свої специфічні особливості та виклики. При підвищенні температури повітря вище 30°C спостерігається зниження запасу ходу на 10-15%. Основною причиною є додаткове енергоспоживання системами охолодження акумуляторної батареї та кондиціонування салону. Проте це зниження ефективності менш критичне порівняно з зимовим періодом. Оптимізація маршрутів та графіків доставки дозволяє значною мірою компенсувати цей недолік.

Вплив атмосферних опадів на енергоспоживання електротранспорту потребує особливої уваги при плануванні логістичних операцій. У дощову погоду витрати енергії збільшуються в середньому на 5-10% через підвищений опір коченню. Робота додаткових систем безпеки та комфорту також збільшує енергоспоживання. При експлуатації в умовах снігового покриву енергоспоживання може зростати до 20%. Це вимагає коригування планів доставки та маршрутів.

Ефективність рекуперативного гальмування електромобілів значно залежить від погодних умов та стану дорожнього покриття. У зимовий період ефективність рекуперації може знижуватися до 40% від номінальних показників через обмеження, пов'язані з температурою батареї. Стан дорожнього покриття суттєво впливає на можливість ефективного використання рекуперативного гальмування. При плануванні маршрутів необхідно враховувати ці фактори для оптимізації енергоспоживання. Системи управління мають адаптувати режими рекуперації відповідно до умов експлуатації.

Сезонна адаптація маршрутів є важливим елементом оптимізації логістичних операцій з використанням електромобілів. Аналіз експлуатаційних даних показує необхідність скорочення довжини маршрутів у зимовий період на 25-30%. Це вимагає впровадження гнучкої системи планування доставок. Перерозподіл навантаження між транспортними засобами має враховувати сезонні обмеження. Важливим аспектом є забезпечення достатнього резерву запасу ходу.

Технічне обслуговування електромобілів у різні сезони має свої особливості та вимоги. Перед початком зимового сезону необхідно проводити комплексну діагностику систем термоменеджменту батареї. Особливу увагу слід приділяти перевірці ізоляції високовольтних компонентів та стану ущільнень. Системи охолодження та підігріву мають бути ретельно перевірені. Регулярний моніторинг технічного стану забезпечує надійну експлуатацію.

Створення відповідної інфраструктури для сезонної адаптації електромобілів вимагає значних інвестицій. Обладнання критичних стоянок з системами клімат-контролю є обов'язковою умовою ефективної експлуатації. Встановлення систем попереднього термічного кондиціонування під час зарядки оптимізує енергоспоживання. Впровадження автоматизованих систем моніторингу забезпечує контроль стану транспортних засобів. Інвестиції в інфраструктуру окупаються через підвищення ефективності експлуатації.

Економічний аналіз заходів з адаптації до сезонних змін демонструє їх рентабельність. Додаткові інвестиції в розмірі 10-15% від вартості електромобільного парку забезпечують підвищення ефективності експлуатації на 20-25%. Зниження ризиків простоїв та збоїв у логістичних операціях має значний економічний ефект. Оптимізація експлуатаційних витрат досягається за рахунок превентивного обслуговування. Комплексний підхід забезпечує стабільну роботу протягом року.

Вплив сезонних факторів на системи акумуляторних батарей потребує особливої уваги. Літій-іонні батареї демонструють значну залежність продуктивності від температури навколишнього середовища. Оптимальний діапазон температур для роботи батарей становить від 15 до 25 градусів Цельсія. Відхилення від цього діапазону призводить до зниження ємності та збільшення внутрішнього опору батарей. Системи термоменеджменту мають забезпечувати підтримку оптимального температурного режиму.

Моніторинг експлуатаційних параметрів електромобілів у різних сезонних умовах є критично важливим. Системи телеметрії мають забезпечувати збір даних про температуру батарей, енергоспоживання та ефективність рекуперації. Аналіз цих даних дозволяє оптимізувати режими експлуатації транспорту. Важливим є прогнозування можливих проблем на основі накопичених даних. Автоматизовані системи моніторингу забезпечують оперативне реагування на зміни умов експлуатації [1].

Навчання персоналу особливостям роботи з електромобілями в різних сезонних умовах має велике значення. Водії повинні розуміти специфіку керування транспортом при різних погодних умовах. Важливим є навчання ефективному використанню систем рекуперативного гальмування та енергозбереження. Технічний персонал має бути підготовлений до проведення сезонного обслуговування. Регулярні тренінги забезпечують високу якість експлуатації.

Планування маршрутів з урахуванням сезонних особливостей вимагає використання спеціалізованого програмного забезпечення. Системи маршрутизації мають враховувати зміни запасу ходу в різних погодних умовах. Важливим є врахування розташування зарядних станцій та

можливостей підзарядки. Оптимізація маршрутів має забезпечувати баланс між ефективністю доставки та енергоспоживанням. Гнучкість планування дозволяє адаптуватися до змін погодних умов.

Системи клімат-контролю електромобілів потребують особливої уваги при експлуатації в різних сезонах. Ефективність роботи систем опалення та кондиціонування безпосередньо впливає на запас ходу. Важливим є вибір оптимальних режимів роботи кліматичних систем. Попереднє кондиціонування салону під час зарядки дозволяє економити енергію. Регулярне обслуговування систем клімат-контролю забезпечує їх ефективну роботу.

Вплив вологості на експлуатаційні характеристики електромобілів потребує додаткового аналізу. Висока вологість може впливати на роботу електричних систем та компонентів. Важливим є забезпечення належної гідроізоляції високовольтних елементів. Системи вентиляції мають ефективно видаляти надлишкову вологу. Регулярні перевірки стану ізоляції запобігають можливим проблемам.

Сезонні зміни впливають на процеси заряджання електромобілів. Час, необхідний для повного заряджання, може значно відрізнятись залежно від температури. Системи управління заряджанням мають адаптувати параметри процесу відповідно до умов. Важливим є забезпечення оптимального температурного режиму під час заряджання. Моніторинг процесу заряджання дозволяє запобігати можливим проблемам.

Аеродинамічні характеристики електромобілів по-різному проявляються в різних погодних умовах. Сильний вітер може значно збільшувати енергоспоживання при русі. Дощ та сніг створюють додатковий опір руху. Важливим є врахування цих факторів при плануванні маршрутів. Використання аеродинамічних елементів може частково компенсувати негативний вплив погодних умов.

Системи безпеки електромобілів мають адаптуватися до сезонних умов експлуатації. Системи контролю тяги та стабілізації повинні враховувати стан дорожнього покриття. Важливим є забезпечення надійної роботи гальмівних систем у різних погодних умовах. Системи допомоги водію мають адаптувати свої параметри відповідно до умов. Регулярна перевірка систем безпеки є обов'язковою.

Вплив температури на електронні компоненти управління потребує особливої уваги. Системи управління мають забезпечувати стабільну роботу в широкому діапазоні температур. Важливим є захист електронних блоків від перегріву та переохолодження. Системи діагностики мають контролювати температурні режими роботи компонентів. Регулярне технічне обслуговування забезпечує надійність електронних систем.

Сезонні зміни впливають на ефективність використання вантажного простору електромобілів. Необхідність розміщення додаткового обладнання для роботи в зимових умовах може зменшувати корисний об'єм. Системи кліматичного контролю вантажного відсіку споживають додаткову енергію. Важливим є оптимальне використання вантажного простору. Планування завантаження має враховувати сезонні особливості.

Аналіз експлуатаційних витрат показує значні сезонні коливання. Витрати на електроенергію можуть зростати на 30-40% у зимовий період. Технічне обслуговування вимагає додаткових витрат у період сезонної підготовки. Важливим є планування бюджету з урахуванням сезонних факторів. Оптимізація витрат досягається через впровадження енергоефективних рішень.

Розвиток технологій акумуляторних батарей поступово знижує вплив сезонних факторів. Нові типи батарей демонструють кращу температурну стабільність. Удосконалення систем термоменеджменту підвищує ефективність експлуатації. Важливим є впровадження інноваційних технологій зберігання енергії. Інвестиції в нові технології забезпечують довгострокову перспективу [2, с. 101-109].

Інтеграція відновлюваних джерел енергії в інфраструктуру заряджання електромобілів створює додаткові виклики в різні сезони. Сонячні панелі демонструють різну ефективність залежно від пори року та погодних умов. Системи накопичення енергії мають компенсувати сезонні коливання генерації. Важливим є забезпечення стабільного енергопостачання незалежно від погодних умов. Комбінація різних джерел енергії підвищує надійність системи.

Моніторинг стану дорожньої інфраструктури в різні сезони впливає на ефективність експлуатації електромобілів. Стан покриття доріг може суттєво впливати на енергоспоживання транспорту. Наявність снігового покриву та ожеледиці вимагає особливих режимів руху. Важливим є оперативне оновлення інформації про стан доріг. Системи навігації мають враховувати сезонні обмеження при плануванні маршрутів.

Взаємодія з клієнтами потребує врахування сезонних особливостей доставки. Час доставки може варіюватися залежно від погодних умов та сезону. Клієнти мають бути проінформовані про можливі затримки через погодні умови. Важливим є забезпечення прозорості логістичних процесів. Системи комунікації мають надавати актуальну інформацію про статус доставки.

Розвиток мережі швидкісних зарядних станцій має враховувати сезонні потреби. Потужність станцій має забезпечувати швидке заряджання навіть при низьких температурах. Розміщення станцій повинно враховувати зміни в маршрутах у різні сезони. Важливим є забезпечення захисту обладнання від погодних впливів. Регулярне обслуговування зарядної інфраструктури підтримує її ефективність.

Аналіз міжнародного досвіду експлуатації електромобілів у різних кліматичних зонах надає цінну інформацію. Практики скандинавських країн демонструють ефективні рішення для зимової експлуатації. Досвід південних регіонів важливий для оптимізації роботи в умовах високих температур. Важливим є адаптація успішних практик до локальних умов. Міжнародна співпраця сприяє розвитку галузі.

Перспективи розвитку електромобільного транспорту пов'язані з подальшим вдосконаленням технологій. Нові матеріали та технології виробництва батарей знижують вплив температурних факторів. Розвиток систем автоматизації підвищує ефективність логістичних операцій. Важливим є впровадження інноваційних рішень для оптимізації експлуатації. Інвестиції в дослідження та розробки визначають майбутнє галузі.

Успішна адаптація до сезонних змін вимагає комплексного підходу та постійного вдосконалення. Аналіз накопиченого досвіду дозволяє розробляти ефективні стратегії експлуатації. Важливим є баланс між інвестиціями в інфраструктуру та операційною ефективністю. Впровадження інноваційних рішень підвищує надійність логістичних операцій. Систематичний моніторинг результатів забезпечує сталий розвиток електромобільного парку.

Таким чином, врахування сезонних факторів при експлуатації електромобілів у логістичних системах є критично важливим для забезпечення ефективності операцій. Комплексний підхід до адаптації інфраструктури та процесів дозволяє мінімізувати негативний вплив погодних умов. Постійний розвиток технологій та впровадження інноваційних рішень створюють передумови для подальшого вдосконалення електромобільного транспорту. Важливим залишається системний підхід до планування та реалізації заходів з оптимізації експлуатації. Майбутнє електромобільної логістики залежить від здатності галузі ефективно адаптуватися до різноманітних кліматичних умов та сезонних викликів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пухтаєвич Н. С. Порівняльний аналіз впливу традиційного та електроавто-транспорту на навколишнє середовище : дис. ... канд. техн. наук. Національний авіаційний університет. Київ, 2021. URL: <https://dspace.nau.edu.ua/handle/NAU/55042>
2. Рожко Н. Я., та ін. Вплив середовища на кон'юнктуру ринку автомобільних перевезень України // Вісник машинобудування та транспорту. 2022. №2. С. 101-109. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/36595>

Біліченко Віктор Вікторович – професор ректор Вінницького національного технічного університету, доктор технічних наук, професор, академік Транспортної академії України, заслужений діяч науки і техніки України, член Національної спілки журналістів України, e-mail: vntu@vntu.edu.ua

Єромін Олександр Олександрович – аспірант, аспірант кафедри Автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: unicorn.in.pants@gmail.com

Viktor Viktorovych Bilichenko – Professor, Rector of Vinnytsia National Technical University, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Transport Academy of Ukraine, Honored Scientist and Technician of Ukraine, Member of the National Union of Journalists of Ukraine, e-mail: vntu@vntu.edu.ua

Oleksandr Oleksandrovych Yeromin – Postgraduate Student, Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: unicorn.in.pants@gmail.com