

Соколенко О.В.
Національний транспортний університет, м.Київ

МОЖЛИВІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕЛЕМАТИЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗА ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

З розвитком електронного оснащення автомобілів неухильно зростає роль телематики в автомобільній промисловості. За різними оцінками більша частина інновацій в галузі пов'язана саме з електронікою. Підвищення безпеки на автомобільному транспорті досягається завдяки системам допомоги водієві (ADAS) – обробці даних зору, радару, візуалізації та датчикам, а також адаптивним системам освітлення, технологіям відображення та моніторингу для користувача. Екологічність забезпечується системами керування двигуном, високоефективною інтелектуальною силовою електронікою. Транспортні засоби оснащуються системами визначення позиції на місцевості та обміну інформацією. Розробляється концепція підключених транспортних засобів, що постійно надають інформацію про себе та отримують інформацію про оточуюче середовище. На сьогодні автовиробники оснащують контрольними датчиками всі важливі вузли автомобіля, в результаті чого формується потік даних про роботу ключових систем транспортного засобу. Телематика уособлює поєднання технологій збору та передачі інформації від автомобіля. Вона інтегрує GPS-відстеження, бортову діагностику, сенсорні технології та системи бездротового зв'язку в єдину систему управління транспортними засобами та водіями. Телематика забезпечує оптимізацію операційної діяльності за допомогою динамічного планування маршрутів, моніторингу поведінки водіїв та управління паливною ефективністю.

Для вирішення задачі прогнозного технічного обслуговування та покращення життєвого циклу транспортних засобів потрібно обрати ефективний спосіб віддаленого зв'язку. Обрана технологія має відповідати вимогам по дальності передачі інформації, швидкості та безпечності передачі даних. Інформація, що передається має бути своєчасно оброблена та бути змістовною для прийняття управлінських рішень менеджментом транспортних компаній.

Ключові слова: телематика, телематична система, діагностичні параметри, бортова діагностика, інтелектуальні транспортні системи, бездротовий зв'язок, прогнозування технічного стану.

ВСТУП

Телематичні системи вже більше 20 років є предметом уваги багатьох фахівців автомобільної галузі з різних країн. Значення технології постійно зростає, адже за її допомогою можна отримувати цінну інформацію про продуктивність транспортних засобів, відстежувати місцезнаходження, поведінку водіїв та витрату палива, технічний стан транспортних засобів. Отримана інформація є базою для формування управлінських рішень та удосконалення системи технічного обслуговування автомобілів. Таким чином підвищується ефективність управління автопарком, знижуються витрати на підтримання рухомого складу в робочому стані, підвищується безпека для водіїв та навколишнього середовища [1].

Технологія телематики створена на стику телекомунікації та інформатики. Початково вона базувалась на вирішенні задач GPS-навігації. Це був метод моніторингу автомобілів, вантажівок, обладнання та інших активів за допомогою технології GPS та бортової діагностики (OBD) для відображення переміщень активів на комп'ютеризованій карті. Але в подальшому відбувся суттєвий розвиток її функціональних можливостей [1]. Сьогодні функції охоплюють збір, аналіз та передачу даних з відділених джерел за допомогою телекомунікаційних пристроїв. Можливості телематики почали застосовувати для підвищення безпеки на транспорті. Зараз розробників цікавлять GPS-навігація, дистанційна діагностика, відстеження транспортних засобів у режимі реального часу та системи реагування на надзвичайні ситуації. Телематика автомобілів інтегрує GPS-відстеження, бортову діагностику, сенсорні технології та системи бездротового зв'язку в єдину систему управління транспортними засобами та водіями. Призначення технології в обміні інформацією між транспортними засобами та центрами обробки даних. Фахівці вважають цю технологію одним із найважливіших технологічних досягнень в управлінні транспортом за останнє десятиліття [3]. Завдяки інтеграції телематики автомобільна промисловість суттєво трансформується. Початково системи встановлювались на преміальні легкові автомобілі, проте сьогодні це важлива функція багатьох сучасних транспортних засобів. До розвитку телематики спонукала гостра необхідність покращити комунікацію в транспортній галузі [2]. Технологія має великий потенціал для підвищення економічної ефективності транспортних підприємств.

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Автономні та підключені транспортні засоби – це новітні технології, які викликали надзвичайний інтерес з погляду підвищення безпеки на транспорті, екологічності та економічності

використання автомобілів. Поступовий розвиток технологій заклав основу для розробки Інтелектуальних Транспортних Систем (ІТС). Світові корпорації почали розробки в напрямку створення автономних автомобілів. Цей крок базується на використанні телематичних систем в керуванні автомобілем. Розвиток ІТС вважають одним з ключових факторів підтримки ролі транспортного сектора, в тому числі і адаптації до кліматичних змін і пом'якшення їх наслідків [4].

Новітні технологічні системи значною мірою залежать від бездротової передачі даних та зв'язку. Використовуючи технологію GPS, бортову діагностику, датчики та системи бездротового зв'язку, телематика автопарку створює комплексну систему даних, яка трансформує спосіб управління транспортними засобами та водіями. Завдяки можливості збору інформації з понад 70 точок даних автомобіля менеджери автопарку отримують новий рівень керування операціями. Передаються детальні показники щодо місцезнаходження транспортного засобу, витрати палива, діагностики двигуна, поведінки водія та операційної ефективності [3].

Оператори автопарків в США, які впроваджують телематичні рішення, повідомляють про економію палива від 20 до 30%, що призводить до значного зниження витрат на паливомісткі операції [6]. Оскільки підприємства автомобільної галузі знаходяться під зростаючим тиском підвищення ефективності, телематика автопарку набирає все більше значення в досягненні цих цілей. Широке впровадження технологій 4G та 5G ще більше прискорило розвиток телематичних можливостей. Оскільки телематика продовжує розвиватися, інтеграція з машинним навчанням та штучним інтелектом дозволяє використовувати дедалі складнішу прогнозну аналітику, оптимізацію маршрутів та автоматизоване управління відповідністю вимогам [3].

В основу телематики було покладено технологію глобального позиціонування (GPS), яка дозволяє точно відстежувати транспортні засоби з точністю, як правило, в межах 3-5 метрів. Дослідження, що оцінюють комерційні GPS-приймачі, продемонстрували середню похибку позиціонування 2,54 метра в умовах відкритого неба зі стандартним відхиленням 1,28 метра за кількома тестовими сценаріями. Продуктивність знижується в міських умовах, де будівлі перешкоджають супутниковим сигналам, що призводить до зниження точності на 30-45%. Сучасні телематичні системи долають ці обмеження завдяки допоміжній GPS (A-GPS), яка покращує точність позиціонування в складних умовах, використовуючи дані стільникової мережі. Телематичні рішення безпосередньо взаємодіють з бортовими діагностичними портами (OBD) транспортних засобів, отримуючи доступ до шини CAN (Controller Area Network) для отримання критично важливих даних про продуктивність. Цей стандартизований інтерфейс, обов'язковий для транспортних засобів з 1996 року, забезпечує доступ до сотень параметрів транспортного засобу в режимі реального часу [3].

Перспективним є використання таких систем для контролю технічного стану транспортного засобу, руху та розташування автомобіля, оптимізації маршрутів та часу доставки вантажів кінцевому замовнику. Ця технологія є комбінацією роботи датчиків для збору інформації, мобільних передавачів та засобів отримання інформації, GPS трекерів та програмного забезпечення для обробки даних. Телематичні системи здатні передавати великі масиви інформації. Цілком можна представити сучасний підключений транспортний засіб у вигляді складної сенсорної мережі. Комплекс важливих потоків даних постійно генерується та передається інформація про технічний стан та продуктивність транспортного засобу. Інтерфейси бортової діагностики фіксують та надають доступ до кодів несправностей. Також фіксується інформація про прискорення, бічні коливання, гальмування автомобіля. Вся ця інформація може бути використана для ефективного керування парком рухомого складу та контролем за його технічним станом [2].

За допомогою телематики можливе планування складних маршрутів з врахуванням зміни умов доставки. Є розробки телематичних платформ, що використовують дані про дорожній рух у режимі реального часу для визначення оптимальних маршрутів доставки. Враховуються дані про дорожній рух, погодні умови та пропонується оптимальний варіант маршруту. Також фіксується поведінка водія, яка суттєво впливає на безпеку, ефективність та експлуатаційні витрати [7].

Для автомобільних підприємств України характерне домінування автопарку в 10-15 автомобілів. Прослідковується тенденція збільшення середнього віку рухомого складу [5]. Використання сервісів відділеної підтримки від виробника все ще не має широкого розповсюдження на ринку автомобільних перевезень. Швидше можна казати про початковий стан запровадження. Переважна більшість підприємств галузі мають гостру потребу в контролі за технічним станом як на виробництві так і під час рейсу.

Постає питання чи технічно можливе широке застосування телематики автомобільними підприємствами нашої країни враховуючи структуру та специфіку автопарку.

ЦІЛЬ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

В цьому дослідженні розглядаються технології бездротової передачі даних та можливість використання телематики для прогнозування технічного стану транспортних засобів. З огляду на структуру рухомого складу українських підприємств за віком та кількістю, актуальним є пошук рішення, що зможе надати можливість контролювати віддалено та акумулювати інформацію про технічний стан транспортних засобів. Особливу увагу фахівців привертає збір діагностичної інформації саме під час руху, при робочому навантаженні на двигун, паливну систему та електропроводку автомобіля. Таке рішення має бути доступним для пересічного автотранспортного підприємства та зручним у використанні. Важливо реалізувати збір основних діагностичних параметрів, що надають базову інформацію про роботу двигуна, витрату пального, гальмівної системи, коробки переключення передач та зчеплення.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для передачі даних в телематичі використовується кілька технологій, що мають свої пріоритети застосування в залежності від конкретної задачі. Стільникові мережі формують основний канал передачі даних, а технологія 4G забезпечує середню швидкість висхідного з'єднання 5-12 Мбіт/с у мобільному середовищі, що достатньо для передачі 20-40 Мб телематичних даних щодня на один транспортний засіб [8]. З'єднання Bluetooth забезпечують зв'язок на короткій відстані з мобільними пристроями та периферійними датчиками зі швидкістю передачі даних до 3 Мбіт/с. Підключення Wi-Fi пропонує високошвидкісну передачу даних, коли транспортні засоби знаходяться в межах досяжності інфраструктури депо, ефективно розвантажуючи кешовані діагностичні журнали та відеодані. Для операцій у віддалених районах супутниковий зв'язок забезпечує глобальне покриття з доступністю 98%, хоча й зі зниженою швидкістю передачі даних 2,4 – 9,6 кбіт/с [3].

Розвиток технологій передачі даних бездротовим способом відбувається за наступними напрямками: на основі WLAN на основі стільникового зв'язку. Використання цих технологій дозволяє розробляти типи підключення «автомобіль-автомобіль» (V2V) та «автомобіль-все» (V2X). Стандарт IEEE 802.11 також відомий як DSRC (Dedicated Short-Range Communications – виділений зв'язок ближнього радіусу дії) був розроблений для підтримки нових застосувань, що використовують бездротовий зв'язок між транспортними засобами. Він містить дві основні мережеві топології: інфраструктурну BSS та незалежну BSS (IBSS). Обидві ці топології призначені для мобільних пристроїв, і синхронізація між вузлами потрібна через маяки. Вони ідентифікуються за допомогою унікального BSSID. Реалізація 802.11p в автомобільному середовищі вимагає встановлення в керуванні заздалегідь визначених частотних каналів, таких як G5-CCN [10]. Оригінальний зв'язок V2X використовує технологію WLAN та працює безпосередньо між транспортними засобами (V2V), а також між транспортними засобами та дорожньою інфраструктурою (V2I). WLAN особливо добре підходить для зв'язку V2X завдяки низькій затримці. Проте WLAN обмежений ближнім, в декілька сотень метрів, радіусом дії.



Рисунок 1 Концепція підключених транспортних засобів [4].

3GPP (3rd Generation Partnership Project) – партнерська асоціація груп телекомунікаційних компаній, головною метою створення якої є розробка та впровадження стандартів для мережевих технологій третього покоління (3G), стандартизація архітектури мереж та сервісів. Стільникова

технологія на основі 3GPP - Cellular-V2X (C-V2X) пропонує чудову продуктивність та більш перспективний радіодоступ, ніж IEEE 802.11p, і може використовувати стандарти та тести верхнього рівня ETSI-ITS, ISO, SAE та IEEE, які вдосконалювалися автомобільною промисловістю та іншими членами спільноти ITS протягом понад десятиліття [11].

C-V2X охоплює поточні та майбутні програми V2X з покращеними архітектурами та функціями радіорівня, використовуючи стільникові технології як основу. Фундаментальний момент полягає в тому, що C-V2X включає кілька режимів передачі, один з яких – V2N. V2N використовує комерційну стільникову мережу та польове обладнання, яким керують оператори мобільних мереж (MNO). Включення оператора мобільної мережі для V2N дозволяє використовувати спектр поза межами ITS, у низьких діапазонах для високої надійності обслуговування, до міліметрових хвиль у 5G для передачі великих обсягів даних. На додаток до V2N, прямий зв'язок C-V2X наразі розроблений для роботи в спектрі ITS (5,9 ГГц) у режимі, що забезпечує анонімність та відсутність вимоги до стільникового зв'язку. Однією з головних переваг стільникового зв'язку є те, що він може охоплювати всі програми V2X наскрізним способом за допомогою тієї ж технології, і тому є масштабованим та розвивається. Прямий зв'язок C-V2X заснований на технічних специфікаціях 3GPP, дозволяє здійснювати зв'язок V2V (Vehicle to Vehicle), V2I (Vehicle to Infrastructure) та V2P (Vehicle to Pedestrian) без вимог до додаткової мережевої інфраструктури. C-V2X має кращу продуктивність прямого зв'язку порівняно з 802.11p, а також пропонує вищий ступінь безпеки для всіх режимів роботи. Для технології C-V2X продовжуються випробування стабільності та дальності зв'язку в умовах мегаполісу та на віддалених міжміських трасах [11].

Технологія LoRa (скорочено від long range – довгий діапазон) – це техніка модуляції з розширеним спектром від компанії Semtech. Ця бездротова платформа вирізняється великим радіусом дії та низьким енергоспоживанням. Пристрої та мережі LoRa, такі як LoRaWAN®, дозволяють створювати інтелектуальні IoT (Internet of Things) додатки, що використовуються у вирішенні найвідповідальніших задач в різних галузях. Завдяки великій дальності дії LoRa, низькому енергоспоживанню та можливостям геолокації без GPS, вантажі, транспортні засоби та інші активи можна легко контролювати у великих географічних регіонах та в складних умовах, де традиційні рішення для зв'язку не спрацьовують [12].

LoRa використовує передові датчики, які забезпечують безперебійне підключення та відстеження в режимі реального часу у масштабних мережах поставок. Датчики з підтримкою LoRa забезпечують виконання таких задач як:

- моніторинг місцезнаходження, стан та переміщення цінних вантажів, контейнерів та обладнання по глобальних ланцюгах поставок,
- моніторинг холодового ланцюга забезпечення оптимальних умов для товарів, чутливих до температури, протягом транспортування та зберігання,
- відстеження продуктивності транспортних засобів, оптимізації маршруту та поведінки водіїв,
- автоматизація моніторингу запасів, оптимізація використання сховища.

Слід відмітити, що пристрої живляться від батарейок та розгортаються в морських контейнерах, рефрижераторах, складах, розподільчих центрах, морських судах та віддалених сховищах. Бездротова радіочастотна технологія LoRa від Semtech забезпечує покриття на великій відстані, наднизького енергоспоживання та тривалого терміну служби акумулятора, пристрої з підтримкою LoRa забезпечують підключення до глобальних ланцюгів поставок, складних транспортних умов та віддалених логістичних об'єктів. Працюючи на неліцензованому спектрі з мережами LoRaWAN ці пристрої пропонують економічно ефективні, масштабовані рішення, що доповнюють існуючу стільникову, супутникову та Wi-Fi інфраструктуру.

Ключові характеристики LoRa включають:

- Довга дальність: LoRa зазвичай має радіус дії 10-20 кілометрів на відкритих просторах (в залежності від потужності передавача може бути до 50 км.), що забезпечує надійний зв'язок навіть з відділеними датчиками або пристроями.
- Низьке енергоспоживання – LoRa ідеально підходить для пристроїв, що працюють від батарейок.
- Адаптивна швидкість передачі даних (ADR) – пристрої LoRa можуть автоматично регулювати швидкість передачі даних залежно від умов навколишнього середовища та якості зв'язку. Це підвищує енергоефективність, забезпечуючи при цьому надійність зв'язку.

- Розвиток протоколу LoRaWAN з відкритим кодом сприяє поширенню технології.

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) – це мережевий рівень технології LoRa, який дозволяє пристроям LoRa підключатися до інтернету [13]. Основними компонентами LoRaWAN є:

- Низькоенергетичні датчики та пристрої, що підключаються до мережі LoRaWAN.
- Шлюзи які отримують дані від пристроїв LoRa та передають їх до мережі.
- Сервер мережі LoRaWAN, який керує та обробляє вхідні дані від шлюзів, а також забезпечує зв'язок з відповідним пунктом призначення.
- Сервер додатків обробляє вхідні дані від LoRaWAN, аналізує їх на рівні додатків та зберігає або представляє їх користувачеві.
- LoRaWAN базується на протоколі Aloha та дозволяє кільком вузлам передавати дані в одному спектрі. Крім того, LoRaWAN забезпечує безпечний зв'язок завдяки наскрізному шифруванню та заходам безпеки.

Принципи роботи LoRaWAN включають:

- Збір даних датчиків: Дані з пристроїв LoRa збираються сусудніми шлюзами LoRa.
- Передача даних через шлюзи по мережі LoRaWAN з використанням необхідних протоколів.
- Обробка мережевим сервером та забезпечення ним зв'язку з відповідним сервером додатків для подальшої обробки.
- Обробка на рівні додатків.

Chirp Spread Spectrum (CSS) – це фундаментальний метод модуляції, що використовується в LoRa. Цей метод модуляції дозволяє досягти далекого радіусу дії та низького енергоспоживання. Основний принцип CSS полягає в модуляції несучої частоти лінійно змінним сигналом. На відміну від традиційних методів модуляції, де несуча частота є постійною, в CSS вона змінюється з часом, що призводить до «розподілу» сигналу в частотній області.

Модуляція CSS в LoRa забезпечує одну з ключових переваг LoRa – її зв'язок на великій відстані та низьке енергоспоживання. Крім того, вона забезпечує гнучкість для розробників, враховуючи різні сценарії застосування.

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Стандарт IEEE 802.11p – надає можливість реалізації бездротового доступу в транспортних середовищах. Це включає обмін даними між транспортними засобами та дорожньою інфраструктурою – Vehicle to Everything (V2X) у ліцензованому діапазоні ITS 5,9 ГГц. Технологія широко застосовується для розвитку Інтелектуальних Транспортних Систем. Проте особливостями використання технології є близький радіус дії для передавання інформації, обмежена швидкість передачі даних, високе енергоспоживання, відносно висока вартість розвитку мережі. Майбутнє застосування цього стандарту зв'язку пов'язано з транспортною інфраструктурою мегаполісів.

C-V2X має ефективність, зростаючу продуктивність та розширення майбутніх застосувань в перспективах недосяжних для 802.11p. У довгостроковій перспективі оператори мобільних мереж можуть використовувати існуючу стільникову інфраструктуру для сприяння ефективному розгортанню технології V2X. Основний напрямок застосування технології в забезпеченні безпеки руху через постійне передавання інформації від лідару, радарів та камер транспортних засобів до центрів обробки інформації та інших транспортних засобів.

LoRaWAN – має дальній радіус дії, низьку енергозатратність, простоту розгортання та достатню швидкість та захищеність передачі даних. Технологія має активний розвиток в транспортній галузі. Першочергово датчики збирають дані зі свого середовища, надалі пристрої використовують модуляцію LoRa для передачі зібраних даних пакетами, шлюзи в радіусі дії кінцевих пристроїв приймають пакети даних та передають отримані дані на мережевий сервер, що служить центром керування мережею LoRaWAN. Мережевий сервер керує мережею LoRaWAN, виконуючи різні завдання: автентифікацію, шифрування даних і маршрутизацію.

ВИСНОВКИ

Розвиток телематики доводить можливість та доцільність отримання діагностичної інформації від автомобілів під час руху з робочим навантаженням. Для виконання задачі передачі інформації від транспортних засобів в різних режимах руху найбільш ефективним та економічно доцільним є застосування технології LoRa через мережу LoRaWAN. Використання цієї технології забезпечує швидку передачу необхідного об'єму інформації при низькому енергоспоживанні та мінімальним вимогам до інфраструктури. Розгортання та обслуговування мережі не вимагає високих

капіталовкладень при цьому технологія має достатній рівень захисту інформації. Пристрої з підтримкою LoRa можуть передати цінні дані для оцінки технічного стану автомобіля.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Jerry L. Davis, Lynda Peters, Kathleen Kiernan Autonomous and connected vehicles: a law enforcement primer // Naval postgraduate school, Monterey, California – December 2015, 102 sh.
2. What is telematics? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.geotab.com/blog/what-is-telematics/> (дата звернення 17.08.2025).
3. Lavanya Jacintha Victor, Fleet telematics: Transforming transportation through data-driven solutions // World Journal of Advanced Research and Reviews, 2025, 26(01), 3970-3976.
4. AASHTO Executive Committee, AASHTO Connected Vehicle Field Infrastructure Footprint Analysis: Preparing to Implement a Connected Vehicle Future: Preparing to Implement a Connected Vehicle Future (Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2014), <http://stsmo.transportation.org/Documents/Executive%20Briefing.pdf>.
5. Савін Ю.Х., Соколенко О.В. - Контроль технічного стану транспортних засобів шляхом аналізу інформації з бортової діагностики в процесі експлуатації – Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті, 2025, №1 (24) <https://doi.org/10.36910/automash.v1i24.1743>
6. Uffizio, "The Benefits of Implementing a Telematics Fleet Management System for Business," Uffizio.com, 2024. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uffizio.com/blog/the-benefits-of-implementing-a-telematics-fleet-management-system-for-business/> (дата звернення 21.08.2025).
7. Ping Peng et al., "Impact of Driver Behavior on Fuel Consumption: Classification, Evaluation and Prediction Using Machine Learning," IEEE Access PP(99):1-1, 2019. [Електронний ресурс]. Available: World Journal of Advanced Research and Reviews, 2025, 26(01), 3970-3976 Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/333584625_Impact_of_Driver_Behavior_on_Fuel_Consumption_Classification_Evaluation_and_Prediction_Using_Machine_Learning (дата звернення 22.08.2025).
8. Simone Savasta, Marco Pini, Gustavo Marfia Performance Assessment of a Commercial GPS Receiver for Networking Applications // ReaserchGate, Conference Paper in Conference Record - IAS Annual Meeting (IEEE Industry Applications Society) February 2008.
9. "History of Wireless". Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health. Archived from the original on 2007-02-10. Retrieved 2007-02-17.
10. Intelligent Transport Systems (ITS); Access layer specification for Intelligent Transport Systems operating in the 5 GHz frequency band. Draft ETSI EN 302 663 V1.2.0 (2012-11).
11. An assessment of LTE-V2X (PC5) and 802.11p direct communications technologies for improved road safety in the EU. - 5G Automotive Association. 5 December 2017.
12. IoT Applications for Smart Supply Chain & Logistics with LoRa® Technology [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.semtech.com/lora/lora-applications/smart-supply-chain-logistics> (дата звернення 25.09.2025).
13. What is LoRa Technology? An Innovative Approach to Long-Range Wireless Communication [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://redz-sc.com/en/blog/what-is-lora-technology-an-innovative-approach-to-long-range-wireless-communication> (дата звернення 27.08.2025).

REFERENCES

1. Jerry L. Davis, Lynda Peters, Kathleen Kiernan Autonomous and connected vehicles: a law enforcement primer // Naval postgraduate school, Monterey, California – December 2015, 102 sh.
2. What is telematics? [Online]. – Access: <https://www.geotab.com/blog/what-is-telematics/> (the date of access 17.08.2025).
3. Lavanya Jacintha Victor, Fleet telematics: Transforming transportation through data-driven solutions // World Journal of Advanced Research and Reviews, 2025, 26(01), 3970-3976.
4. AASHTO Executive Committee, AASHTO Connected Vehicle Field Infrastructure Footprint Analysis: Preparing to Implement a Connected Vehicle Future: Preparing to Implement a Connected Vehicle Future (Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2014), <http://stsmo.transportation.org/Documents/Executive%20Briefing.pdf>.
5. Savin Y.F., Sokolenko O.V. - Control of the technical condition of vehicles through analysis of information from on-board diagnostics during operation.– Modern technologies in mechanical engineering and transport, 2025, №1 (24) <https://doi.org/10.36910/automash.v1i24.1743>

6. Uffizio, "The Benefits of Implementing a Telematics Fleet Management System for Business," Uffizio.com, 2024. [Online]. - Access: <https://uffizio.com/blog/the-benefits-of-implementing-a-telematics-fleet-management-system-for-business/> (the date of access 21.08.2025).
7. Ping Peng et al., "Impact of Driver Behavior on Fuel Consumption: Classification, Evaluation and Prediction Using Machine Learning," IEEE Access PP(99):1-1, 2019. [Online]. Available: World Journal of Advanced Research and Reviews, 2025, 26(01), 3970-3976 Access: https://www.researchgate.net/publication/333584625_Impact_of_Driver_Behavior_on_Fuel_Consumption_Classification_Evaluation_and_Prediction_Using_Machine_Learning (the date of access 22. 08.25).
8. Simone Savasta, Marco Pini, Gustavo Marfia Performance Assessment of a Commercial GPS Receiver for Networking Applications // ReaserchGate, Conference Paper in Conference Record - IAS Annual Meeting (IEEE Industry Applications Society) February 2008.
9. "History of Wireless". Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health. Archived from the original on 2007-02-10. Retrieved 2007-02-17.
10. Intelligent Transport Systems (ITS); Access layer specification for Intelligent Transport Systems operating in the 5 GHz frequency band. Draft ETSI EN 302 663 V1.2.0 (2012-11).
11. An assessment of LTE-V2X (PC5) and 802.11p direct communications technologies for improved road safety in the EU. - 5G Automotive Association. 5 December 2017.
12. IoT Applications for Smart Supply Chain & Logistics with LoRa® Technology [Online]. – Access: <https://www.semtech.com/lora/lora-applications/smart-supply-chain-logistics> (the date of access 25.09.2025).
13. What is LoRa Technology? An Innovative Approach to Long-Range Wireless Communication [Online]. – Access: <https://redz-sc.com/en/blog/what-is-lora-technology-an-innovative-approach-to-long-range-wireless-communication> (the date of access 27.08.2025).

Sokolenko O. V. The possibility of using telematics for monitoring the technical condition of vehicles.

With the development of electronic equipment in cars, the role of telematics in the automotive industry is steadily growing. According to various estimates, most of the innovations in the industry are related to electronics. Increased safety in motor transport is achieved thanks to driver assistance systems (ADAS) - processing of vision data, radar, visualization and sensors, as well as adaptive lighting systems, display and monitoring technologies for the user. Environmental friendliness is ensured by engine control systems, highly efficient intelligent power electronics. Vehicles are equipped with systems for determining position on the ground and exchanging information. The concept of connected vehicles is being developed, which constantly provide information about themselves and receive information about the surrounding environment. Today, automakers equip all important vehicle components with control sensors, as a result of which a data flow is formed about the operation of key vehicle systems. Telematics represents a combination of technologies for collecting and transmitting information from the vehicle. It integrates GPS tracking, on-board diagnostics, sensor technologies and wireless communication systems into a single vehicle and driver management system. Telematics optimizes operational activities through dynamic route planning, driver behavior monitoring and fuel efficiency management.

To solve the problem of predictive maintenance and improve the life cycle of vehicles, it is necessary to choose an effective method of remote communication. The selected technology must meet the requirements for information transmission range, speed and security of data transmission. The transmitted information must be processed in a timely manner and be meaningful for making management decisions by the management of transport companies.

Keywords: telematics, telematics system, diagnostic parameters, on-board diagnostics, intelligent transport systems, wireless communication, technical condition prediction.

СОКОЛЕНКО Олександр Вікторович - Національний транспортний університет, аспірант кафедри «Технічна експлуатація автомобілів та автосервіс», e-mail: ovsl2022@gmail.com, тел. +380674074893, Україна, 01010, м. Київ, вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 1, к. 410, <https://orcid.org/0009-0007-6085-5843>.

SOKOLENKO Oleksandr - National Transport University, Post graduate student of the "Technical operation of cars and car service" department, e-mail: ovsl2022@gmail.com, tel. +380674074893, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Mykhailo Omelyanovich-Pavlenka, 1, k 410. orcid.org/0009-0007-6085-5843.

DOI 10.36910/automash.v2i25.1935