

В'ячеслав Павленко*

Кандидат технічних наук, доцент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
61002, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-0796-4307>

Віталій Павленко

Доктор технічних наук, професор
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»
61070, вул. Вадима Манька, 17, м. Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-6871-2133>

Володимир Мануйлов

Підполковник
Національна академія Національної гвардії України
61001, майдан Захисників України, 3, м. Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-7306-9138>

Володимир Кужель

Кандидат технічних наук, доцент
Вінницький національний технічний університет
21021, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-5646-0274>

Антоніна Буда

Кандидат технічних наук, доцент
Вінницький національний технічний університет
21021, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-1055-1880>

Хмарні рішення для інтеграції та аналізу даних дистанційного моніторингу транспортних засобів

Анотація. Дослідження спрямоване на розробку концепції інтелектуальної системи дистанційного моніторингу автотранспорту, що базується на інтеграції хмарних технологій та аналізі великих даних. Очікується, що результати цього дослідження стануть основою для створення нових сервісів в області автомобільної телематики та сприятимуть розвитку «розумних» міст та знайдуть широке застосування в автосервісі та транспортних компаніях, сприяючи підвищенню ефективності та надійності автопарку. Також в роботі розглядаються питання безпеки даних, ефективності передачі інформації та масштабованості рішень, що мають ключове значення для надійного функціонування систем віддаленого моніторингу. Забезпечення конфіденційності та цілісності даних є першочерговим завданням, що потребує впровадження передових методів шифрування та управління доступом. Ефективність передачі інформації відіграє вирішальну роль в умовах великої кількості даних, що надходять від транспортних засобів, а масштабованість систем дозволяє їм адаптуватися до зростаючих потреб підприємств. Перспективні системи діагностики дадуть змогу автосервісам і виробникам транспортних засобів значно підвищити ефективність обслуговування автопарків.

Suggested Citation:

Pavlenko, V., Pavlenko, V., Manuylov, V., Kuzhel, V., & Buda, A. (2024). Cloud solutions for data integration and analysis in remote vehicle monitoring. *Journal of Mechanical Engineering and Transport*, 10(2), 109-117. doi: 10.63341/vjmet/2.2024.109.

*Corresponding author



Завдяки можливості віддаленого завантаження спеціалізованого програмного забезпечення, діагностика стане більш точною і оперативною. Стандартизація інтерфейсів бортових систем дасть змогу скоротити витрати на обладнання та спростити навчання персоналу. Крім того, акцент зроблено на практичних аспектах застосування хмарних технологій у реальних умовах експлуатації транспортних систем. Практичний підхід передбачає аналіз конкретних кейсів та прикладів використання хмарних платформ для моніторингу різних типів транспортних засобів. Зокрема, розглядаються питання впровадження хмарних рішень в автотранспортних підприємствах, залізничних компаніях та морських перевізниках. Висновки роботи містять рекомендації щодо впровадження та оптимізації хмарних рішень для моніторингу транспортних засобів, що дозволяють знизити витрати на обслуговування, підвищити безпеку та ефективність експлуатації транспортних систем. Об'єднання діагностичних даних з хмарними платформами для віддаленого технічного обслуговування стає відповіддю на виклики сучасного автомобільного господарства. Інтеграція цих технологічних рішень спрямована на поліпшення якості обслуговування, забезпечення безпеки експлуатації, а також зменшення часу та витрат на технічне обслуговування

Ключові слова: автотранспортні засоби; експлуатаційна надійність; запасні частини; невизначеність; ефективність; транспортний процес

Вступ

У сучасному світі розвиток хмарних технологій відкриває нові горизонти в сфері управління та моніторингу транспортних засобів. Використання хмарних рішень дозволяє значно підвищити ефективність збору, обробки та аналізу даних, що надходять від різних сенсорів та пристроїв, встановлених на транспортних засобах. Хмарні технології та Інтернет речей (IoT – Internet of Things) – це дві потужні сили, які змінюють наш світ. Хоча вони можуть існувати окремо, їхня взаємодія відкриває нові можливості. Хмари надають IoT необмежені обчислювальні ресурси, дозволяючи пристроям працювати ефективніше та інтелектуальніше. Об'єднання цих двох концепцій дозволяє створити розумні, самоорганізовані системи, які можуть оптимізувати виробничі процеси, покращити якість життя та вирішити глобальні проблеми. Синтез хмарних технологій та (IoT) відкриває нові горизонти в області обробки даних. Хмара забезпечує масштабованість та гнучкість, необхідні для обробки великих обсягів даних, які генеруються пристроями Інтернету речей. Це дозволяє створювати інтелектуальні системи, здатні самонавчатися та адаптуватися до змін. Питання застосування аналізу даних великого обсягу з використанням хмарних обчислень для розв'язання різних задач аналізу в транспортній галузі є дуже актуальним.

Для такого типу досліджень дуже слід застосовувати методи вивчення існуючих підходів до інтеграції діагностичних даних з хмарними платформами та IoT; створення прототипів системи інтеграції для перевірки

та тестування в реальних умовах; аналіз стійкості та заходів безпеки при передачі та обробці діагностичних даних у віддалених середовищах.

Розвиток сучасних мікропроцесорних технологій та електроніки сприяв активному впровадженню систем моніторингу в автомобільній галузі. Вони забезпечують контроль за переміщенням транспортних засобів та постійне відстеження їхніх параметрів. Виділяють два основні типи контролю: моніторинг параметрів та контроль технічного стану ТЗ. Головна відмінність між ними полягає у використанні інтерпретатора для аналізу параметрів у першому випадку та спеціалізованої системи прийняття рішень щодо подальшої експлуатації у другому. Впровадження таких систем сприяє підвищенню ефективності управління транспортними потоками, а також оптимізації перевезень вантажів і пасажирів [1]. Виробники та розробники подібних рішень інтегрують технології дистанційного зв'язку між транспортними засобами та операційними центрами, що забезпечує своєчасний обмін даними та підвищує надійність експлуатації транспорту [2, 3].

Одним з прикладів такої розробки є транспортно-інформаційна система Dynafleet, (система дозволяє користувачеві переглядати низку параметрів у реальному часі, включаючи поточне місцезнаходження автомобіля, споживання палива транспортним засобом, час роботи водія, викиди автомобіля та інтервали обслуговування), яка обслуговує автомобілі від компанії Volvo (Рис. 1).



Рисунок 1. Структурна схема системи моніторингу транспорту Dynafleet

Джерело: розроблено авторами

Система Dynafleet забезпечує інтеграцію телематичних модулів, які виконують функції навігаційних приймачів. Це дає змогу зчитувати важливі параметри транспортного засобу через шину CAN, зокрема:

- ◆ частоту обертів двигуна;
- ◆ стан гальмівної системи;
- ◆ пройдений кілометраж;
- ◆ швидкість пересування;
- ◆ споживання пального.

Телематична система Dynafleet оснащена стандартним API-інтерфейсом, що дає можливість передавати зібрані дані в інші програмні платформи, наприклад, у системи логістичного управління перевезеннями. Отримана інформація надсилається оператору для подальшого аналізу ефективності експлуатації транспортного засобу, а також оцінювання якості водіння на основі даних про швидкість, витрати пального та інші показники керування.

Аналіз функціонування та розвитку інформаційно-транспортних систем моніторингу, таких як Dynafleet, дозволив виявити їхній основний недолік – відсутність оцінки ряду ключових умов експлуатації транспортних засобів. Це є важливим чинником для підвищення показників їхньої надійності та ефективності роботи.

Іноземні системи, такі як Caretrack і ruDi, забезпечують контроль технічного стану, моніторинг та управління ТЗ, які можуть функціонувати на всій території з покриттям мобільного зв'язку GSM/GPRS. Багато інших менш відомих систем також здатні працювати у великих та складних мережах, маючи розширені можливості інтерфейсу. Однак їхній головний недолік – неможливість оперативного управління експлуатацією ТЗ з урахуванням реальних дорожніх і експлуатаційних умов. Крім того, такі системи не враховують сучасні особливості експлуатації ТЗ, що, згідно з теоретичними основами технічної експлуатації автомобілів, є неприйнятним [3].

Система OnStar, розроблена компанією GM, об'єднує мобільний зв'язок, допомогу в дорозі, екстрене реагування та дистанційну діагностику, що працює на основі технології DTCs [2, 4]. Загалом, ця система надає власникам транспортних засобів широкий спектр сервісних послуг, серед яких:

- ◆ можливість проведення віддаленої діагностики технічного стану автомобіля;
- ◆ екстрений виклик сервісного центру GM або найближчих служб порятунку (швидкої допомоги, пожежної охорони, поліції тощо);
- ◆ допомога у визначенні найбільш оптимального маршруту руху;
- ◆ консультаційна підтримка водія у випадку дорожньо-транспортної пригоди;
- ◆ сприяння у розшуку викраденого автомобіля;
- ◆ додаткові технічні та інформаційні послуги.

Система дистанційної діагностики OnStar дозволяє здійснювати перевірку понад 400 кодів несправностей, що надходять від різних компонентів, підсистем і механізмів транспортного засобу.

Для моніторингу ТЗ компанія Caterpillar використовує пристрої Product Link, які забезпечують

двосторонній обмін інформацією між вбудованими системами спеціалізованої дорожньої техніки (СДТ) або транспортного засобу та операторським комп'ютером [2]. Передача даних здійснюється через інтернет-портал Dealer Storefront [2]. Повідомлення від СДТ надходять через супутникові канали зв'язку в центр управління OrbComm, після чого передаються в штаб-квартиру Caterpillar для подальшого аналізу ефективності використання техніки із застосуванням клієнтських серверів бази даних. Подібні телематичні рішення впроваджують і інші виробники ТЗ і СДТ, серед яких John Deere, Volvo та інші [5, 6].

У країнах ЄС поширена інтегрована система Mucarevent [2, 7], яка є частиною європейської мережі екстреної допомоги для транспортних засобів. Вона розроблена з урахуванням того, що штатна система бортової діагностики OBD не завжди здатна точно визначити причини несправностей, тому необхідні додаткові дані. Проект Mucarevent орієнтований на співпрацю ключових учасників ринку: офіційних та незалежних сервісних центрів, виробників автомобілів, а також компаній, що спеціалізуються на технічному обслуговуванні та ремонті транспортних засобів.

Результати

Значний обсяг даних, що генерують IoT-додатки, змушує багато компаній обирати обробку інформації у хмарних сервісах, замість розгортання власної масштабованої інфраструктури. Провідні постачальники хмарних технологій уже активно пропонують свої рішення: Microsoft представила платформу Azure IoT, тоді як Amazon Web Services пропонує широкий спектр IoT-послуг, аналогічно до Google Cloud. Технології Інтернет речей та хмарних обчислень стрімко розвиваються, кожна зі своїми особливостями. Інтернет речей базується на інтелектуальних пристроях, які функціонують у глобальній мережі та динамічному середовищі. Основною характеристикою IoT є велика кількість розподілених пристроїв із обмеженими ресурсами для зберігання та обробки даних. Такі пристрої часто стикаються з викликами, пов'язаними з продуктивністю, надійністю, безпекою та конфіденційністю. У свою чергу, хмарні обчислення працюють на основі потужної інфраструктури з практично необмеженими ресурсами для збереження та обробки даних [8].

Практичне застосування IoT та хмарних обчислень можна продемонструвати на прикладі автомобіля. Після тривалої подорожі власник повертається додому, і його транспортний засіб повідомляє про можливі несправності через індикатор на панелі приладів. Виникає питання: чи це незначна проблема, чи варто негайно звернутися до автосервісу? Провівши базову діагностику, водій виявляє потенційні неполадки у гальмівній системі, що може потребувати уваги спеціаліста.

У цьому випадку датчик розриву виявив несправність і надіслав відповідне сповіщення. Аналогічно, у транспортному засобі функціонує безліч інших сенсорів, які передають сигнали про потенційні проблеми

на центральний контролер, розташований поруч із панеллю приладів. Контролер аналізує отримані дані та в потрібний момент відображає попередження на екрані. Таким чином, як ми бачимо, декілька невеликих пристроїв синхронізовано взаємодіють для виконання завдання, яке інакше вимагало б значних зусиль.

Взаємозв'язок Інтернет речей і хмарних технологій. Сьогодні мільйони компаній і розробників займаються створенням рішень, що поєднують Інтернет речей та хмарні обчислення. Ця технологія трансформувала безліч сфер – від логістики та освіти до будівництва й архітектури. IoT сприяє спрощенню повсякденного життя, забезпечує автоматизований контроль безпеки,

діагностику несправностей, передачу даних у реальному часі, роботизацію процесів і навіть виконує завдання, які раніше потребували значних людських ресурсів.

Хмарні рішення для Інтернету речей. Хмарні платформи IoT створені для ефективного та економічно доцільного використання інфраструктури, інформаційних потоків і програмного забезпечення. Попри те, що хмарні обчислення та Інтернет речей мають певні відмінності, їх функціональні можливості доповнюють одна одну. Як показано в Таблиці 1, саме ця взаємодоповнюваність стала основним фактором, який спонукає дослідників до інтеграції хмарних технологій та Інтернету речей.

Таблиця 1. Особливості Інтернет речей та хмари

Пункти	IoT (Internet of Things)	Хмарне обчислення
Основні характеристики	IoT охоплює реальні об'єкти, які присутні повсюди у фізичному світі.	Хмарні технології забезпечують універсальний доступ до ресурсів, які існують у віртуальному середовищі.
Обчислювальна потужність	Пристрої IoT мають обмежені можливості для виконання складних обчислень.	Віртуальні обчислювальні ресурси в хмарі практично необмежені.
Обсяг зберігання даних	Місце для збереження інформації в IoT-пристроях обмежене або може бути відсутнім.	Хмарні платформи пропонують необмежені сховища для зберігання даних.
Підключення	Інтернет слугує основним каналом для об'єднання IoT-пристроїв.	Інтернет використовується для надання та доставки послуг.
Взаємодія з великими даними	IoT генерує великі обсяги інформації.	Хмара забезпечує обробку та управління великими даними.

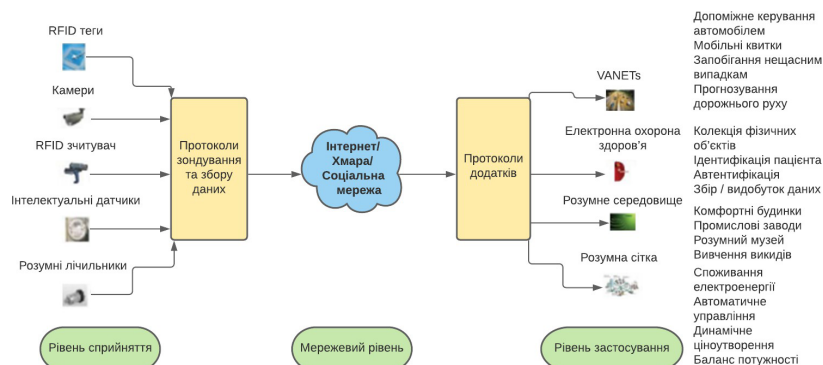
Джерело: розроблено авторами

Поєднання хмарних технологій та Інтернету речей (IoT) є оптимальним рішенням. У стандартному впровадженні IoT діє велика кількість сенсорів (від десятків до тисяч), які збирають інформацію та передають її в централізовану систему для подальшого аналізу. Завдяки хмарним технологіям оператори мобільних мереж можуть отримувати доступ до даних датчиків із будь-якої точки світу через Інтернет. Це дозволяє їм переглядати та обробляти інформацію незалежно від місця розташування за допомогою підключених пристроїв.

Без використання хмарних технологій об'єднання даних IoT на великих територіях і різних пристроях стає набагато складнішим. Багато компаній, що працюють у сфері IoT, пропонують спеціалізовані платформи у форматі SaaS, які допомагають керівникам віддалено контролювати свої підключені пристрої та аналізувати

отримані дані. Водночас хмарні сервіси надають можливість компаніям зберігати та обробляти значні обсяги інформації з мінімальними витратами, що відкриває широкі можливості для аналізу великих даних.

Згідно з численними дослідженнями, архітектура IoT поділяється на три основні рівні: рівень застосування; рівень сприйняття; мережевий рівень. Більшість експертів вважають, що мережевий рівень відповідає хмарному середовищу, яке реалізує хмароорієнтовану архітектуру IoT, як зображено на Рисунку 2. Рівень сприйняття відповідає за ідентифікацію об'єктів і збір інформації з навколишнього середовища. Основна функція мережевого рівня полягає в передачі зібраних даних у хмару або через Інтернет. В свою чергу, рівень застосування надає користувачам інтерфейс для доступу до різноманітних сервісів.



Рисунки 2. Архітектура IoT

Джерело: розроблено авторами

Інтернет речей (IoT) є однією з найперспективніших і найдинамічніших галузей інформаційних технологій на сьогодні. Концепція IoT передбачає взаємодію фізичних об'єктів («речей») з IT-системами, які збирають і обробляють дані про ці об'єкти або безпосередньо з них. Ця інформація може використовуватися для розробки різних додатків і сервісів, що прямо чи опосередковано пов'язані з цими об'єктами [9].

Сфера IoT охоплює широкий спектр застосувань, які охоплюють бізнес-сектор, державні установи та споживачів. Вона поєднує традиційно розрізнені галузі – інформаційні та операційні технології, сприяючи їхній інтеграції та розвитку.

Щоб забезпечити ефективне функціонування IoT-систем, необхідно розробляти архітектуру, принципи роботи та операційні механізми, які відповідатимуть вимогам щодо масштабованості, безпеки, надійності та конфіденційності. Серед основних сфер застосування технологій IoT можна виділити:

- ◆ промисловість і виробництво – контроль і управління промисловим обладнанням, оптимізація виробничих процесів на «розумних» фабриках;
- ◆ автоматизація будівель – інтегровані системи управління інженерними мережами будівель, що забезпечують безперебійну роботу всіх систем;
- ◆ інтелектуальні транспортні системи – технології управління дорожнім і залізничним транспортом для підвищення безпеки та ефективності перевезень;
- ◆ підключені автомобілі – системи, що надають водіям інформацію про дорожню ситуацію, а також «чорні ящики» для аналізу ризиків і визначення страхових тарифів;
- ◆ розумні міста – автоматизований моніторинг і контроль міських систем для підвищення ефективності управління та покращення якості життя мешканців;
- ◆ споживчі застосунки – сервіси на базі смартфонів та носимих пристроїв для покращення комфорту та персоналізації послуг;
- ◆ медицина – дистанційне спостереження за станом здоров'я пацієнтів, а також можливість віддаленого лікування;
- ◆ розумний дім – автономне керування житловими приміщеннями, включаючи контроль кліматичних систем, управління побутовими пристроями та автоматизацію закупівель витратних матеріалів, зокрема продуктів харчування.

Основою технології IoT є електронні пристрої, які взаємодіють із фізичним середовищем, зокрема:

- ◆ датчики, що збирають інформацію про об'єкти та активність людей. Вони можуть мати різні форми: термометри та акселерометри фіксують числові показники, тоді як камери та мікрофони генерують аудіо- та відеопотоки, що містять складнішу інформацію. Також до IoT-систем входять маяки та датчики вантажів;
- ◆ виконавчі механізми, які впливають на фізичні об'єкти. Це можуть бути, наприклад, реле для керування обладнанням (обігрівачі, виробничі деталі) або дисплеї, які надають інформацію водіям та операторам.

Основні аспекти IoT-систем, що впливають на їхню архітектуру та реалізацію:

◆ масштабованість – стосується кількості підключених датчиків і виконавчих механізмів, обсягу даних, швидкості їхнього обміну, а також необхідної обчислювальної потужності;

◆ обробка великих даних – сучасні IoT-рішення потребують аналізу величезних масивів інформації. Поєднання різних джерел даних для отримання нових знань є ключовою характеристикою таких систем;

◆ хмарні обчислення – IoT-системи часто використовують хмарні платформи для зберігання та обробки даних, що забезпечує гнучкість і масштабованість аналітичних процесів;

◆ реальний час – IoT-рішення функціонують у режимі реального часу, що вимагає швидкої обробки інформації та оперативного реагування на події;

◆ неоднорідність – IoT включає широкий спектр пристроїв, мереж і компонентів. Для забезпечення зв'язку між ними використовуються IoT-шлюзи;

◆ безпека та конфіденційність – розподілені IoT-системи потребують надійного захисту, який має відповідати масштабованим і динамічним вимогам;

◆ відповідність стандартам – для успішного функціонування IoT-рішень необхідно дотримуватися нормативних вимог і галузевих стандартів;

◆ інтеграція – IoT-системи повинні взаємодіяти з уже існуючими технологічними та корпоративними рішеннями, такими як виробничі лінії, автомобільні системи управління, бази даних тощо.

Розуміння архітектури IoT передбачає знання мобільних пристроїв, веб-хостингу, роботи з великими даними та аналітичних можливостей. Кожне рішення IoT може включати п'ять ключових доменів:

◆ користувацький рівень не прив'язаний до жодного конкретного мережевого домену. Він може бути частиною будь-якого з них або знаходитися поза їхніми межами. Цей рівень містить користувачів IoT та їхні додатки;

◆ домен безконтактної мережі охоплює мережеві можливості, які зазвичай розширюють загальнодоступний мережевий простір. До цього домену належать пристрої (зокрема датчики, приводи, прошивки та керуючі агенти), а також фізичні об'єкти, які взаємодіють із мережею;

◆ домен загальнодоступної мережі включає джерела даних, що підтримують всю архітектуру IoT. Це можуть бути як традиційні корпоративні системи, так і нові джерела даних, отримані через IoT-пристрої. У цьому домені також відбувається взаємодія з іншими хмарними платформами;

◆ хмарний домен постачальника об'єднує дані з пристроїв, хмарних сервісів та інших джерел (наприклад, погодних служб). Використовуючи технології потокової обробки та інтеграції, хмара аналізує, фільтрує та трансформує ці дані в режимі реального часу. Також тут здійснюється їх збереження для подальшого аналізу;

◆ рівень доставки результатів забезпечує передачу обробленої інформації користувачам та додаткам. Він використовує трансформаційні механізми та підключені компоненти для безпечного обміну повідомленнями.

Однією з ключових особливостей IoT-систем є застосування логіки управління на різних рівнях ієрархії залежно від часових рамок і оброблюваних даних. Підсистеми управління та безпеки покривають усі рівні архітектури, забезпечуючи контроль і виконання політик для всіх даних та додатків. Крім того, проводиться моніторинг відповідності стандартам для перевірки ефективності контрольних механізмів [10].

Фізична сутність – це реальний об'єкт, який представляє інтерес і може бути підданий вимірюванню або керуванню за допомогою виконавчих механізмів. Вона є «річчю» в Інтернеті речей. Наприклад, у логістичній системі посилки виступають фізичними об'єктами, які можуть бути оснащені датчиками для моніторингу та ідентифікації, зокрема за допомогою RFID-міток або зчитувачів штрих-кодів. Водночас, пристрої для зчитування RFID-міток є окремими елементами системи, тоді як сама посилка залишається фізичним об'єктом.

Пристрій містить один або кілька датчиків, а також модуль для підключення до мережі, що дозволяє інтегрувати його в IoT-систему. У деяких випадках пристрій сам є фізичною сутністю, яку контролюють датчики, наприклад, акселерометр у смартфоні. Основні компоненти пристрою включають:

- ◆ датчик/виконавчий механізм – датчики реєструють певні параметри навколишнього середовища та перетворюють їх у цифровий формат, тоді як виконавчі механізми здійснюють певні дії у відповідь на ці дані;
- ◆ агент – забезпечує можливість дистанційного керування пристроєм, підтримує протоколи управління та може використовуватися в системах керування IoT;
- ◆ прошивка – програмне забезпечення, що відповідає за контроль і моніторинг роботи пристрою. Наприклад, у побутовій електроніці прошивка забезпечує управління пристроєм на низькому рівні;
- ◆ мережеве підключення – забезпечує зв'язок пристрою з IoT-системою. Зазвичай це локальна мережа з низьким енергоспоживанням, яка дозволяє підключити пристрій до шлюзу IoT.

Інтерфейс користувача – забезпечує взаємодію користувачів із додатками, датчиками, агентами та виконавчими механізмами. Однак деякі пристрої можуть не мати безпосереднього інтерфейсу, і вся взаємодія здійснюється через віддалене управління за допомогою мережевих технологій.

IoT Gateway – виступає як інтерфейс для підключення одного чи кількох пристроїв до загальнодоступної мережі, зазвичай Інтернету. Часто пристрої мають обмежене мережеве підключення і не можуть безпосередньо підключатися до Інтернету. Це може бути через обмеження енергоспоживання або інші фактори, які обмежують використання потужних мереж. Локальна мережа дає можливість пристроям обмінюватися даними з шлюзом IoT, який потім забезпечує зв'язок із загальнодоступною мережею. IoT Gateway також може виконувати додаткові функції, такі як фільтрація та обробка даних, надсилання і отримання команд з Інтернету та запуск локальної логіки додатків або служб.

Громадська мережа – включає в себе широкі мережі (зазвичай Інтернет), хмарні системи та крайові послуги. Peer Cloud – це хмарні системи сторонніх розробників, які надають послуги з передачі даних та підтримки можливостей IoT платформ. Такі хмари сприяють передачі даних у системах IoT та можуть надавати можливості, необхідні для роботи IoT. Наприклад, в системах, як Smart Cities, можуть бути задіяні поєднання кількох менших систем IoT, кожна з яких підтримує пристрої, програми та послуги, що взаємодіють через однорангові хмарні сервіси. Це дозволяє створювати складніші та масштабніші рішення.

Послуги Edge – забезпечують безпечну передачу даних з Інтернету в хмару постачальника та на підприємство. Вони також підтримують програми для кінцевих користувачів.

Провайдер Хмари – надає основні програми IoT та супутні сервіси, такі як зберігання даних пристроїв, аналітику, управління процесами в системі IoT, а також створення візуалізацій даних. Хмарне середовище забезпечує масштабованість і еластичність для роботи з великими обсягами даних і вимогами до швидкості обробки.

Трансформація та підключення IoT – забезпечують безпечне з'єднання між пристроями IoT. Цей компонент повинен бути здатним обробляти та маршрутизувати великі обсяги даних до потрібних компонентів в системі IoT.

Логіка додатків – це основні елементи програми, які зазвичай відповідають за взаємодію з IoT-даними пристроїв, виконання різних служб і підтримку програм для кінцевих користувачів. Логіка програми може включати робочі процеси, а також логіку управління, яка визначає, як використовувати виконавчі механізми для впливу на фізичні сутності в системах IoT, що містять такі механізми.

Візуалізація – надає користувачам можливість досліджувати та взаємодіяти з даними, які зберігаються в сховищах, а також з результатами аналітики в інсайт-додатках або корпоративних програмах. Візуалізація включає інтерфейс користувача для кінцевих користувачів, адміністративний інтерфейс, а також інформаційні панелі як підкомпоненти.

Інтерфейс кінцевого користувача – дозволяє взаємодіяти з корпоративними програмами, переглядати результати аналітики та виконувати інші операції. Цей інтерфейс включає як внутрішні, так і мобільні інтерфейси, орієнтовані на споживача.

Адміністративний інтерфейс – забезпечує доступ адміністраторам до показників, моніторинг даних та їх обробку.

Інформаційна панель – дозволяє користувачам переглядати різноманітні звіти. Інтерфейс адміністратора та інформаційна панель є внутрішніми інтерфейсами користувача.

Аналітика – полягає в знаходженні і передачі значущих патернів інформації з IoT-даних для опису, прогнозування та покращення ефективності бізнес-процесів. Сховище даних для аналітики підтримує роботу

з різними типами джерел даних (старими, новими та потоковими), корпоративними програмами, очищеними та довідковими даними, а також результатами потокової аналітики. Основні можливості аналітики включають: дослідження та архівування (для зберігання і аналізу великих обсягів даних за допомогою різних інструментів), глибоку аналітику та моделювання (застосування статистичних моделей для обробки великих масивів даних, включаючи неструктуровані і слабоструктуровані), інтерактивний аналіз та звітність (для відповіді на запитання бізнесу та операцій з великими даними), а також каталог даних.

Управління процесами – це діяльність, що охоплює планування, розробку, впровадження та моніторинг виконання бізнес-процесів. Система IoT може підтримувати управління процесами в теперішньому часі.

Сховище даних пристроїв – зберігає дані, що надходять від IoT-пристроїв, що дозволяє інтегрувати ці дані з процесами та програмами в рамках системи IoT. Оскільки пристрої можуть генерувати величезний обсяг даних у реальному часі, сховище даних повинно бути гнучким і здатним до масштабування.

Управління API – публікує каталоги та оновлює API для широкого кола середовищ розгортання. Це дозволяє розробникам та кінцевим користувачам швидко створювати рішення шляхом відкриття та повторного використання існуючих даних, аналітики та сервісів.

Управління пристроями – забезпечує ефективне та безпечне підключення пристроїв до хмарної платформи. Це включає в себе реєстрацію пристроїв, віддалене адміністрування, оновлення програмного забезпечення, дистанційне керування та контроль пристроїв.

Реєстр пристроїв – зберігає інформацію про пристрої, з якими система IoT може взаємодіяти, контролювати та керувати ними. Для підключення та керування пристроями до системи IoT їх, ймовірно, потрібно буде попередньо зареєструвати. Оскільки в розгортаннях IoT може бути велика кількість пристроїв, масштабованість реєстру є важливою.

Служба ідентифікації пристроїв – забезпечує надійну ідентифікацію пристроїв перед наданням їм доступу до системи та програм IoT. Ідентифікація допомагає зменшити ризики, пов'язані з підробленими пристроями чи серверами.

Безпека та конфіденційність – в рамках розгортань IoT необхідно враховувати як безпеку інформаційних технологій (ІТ), так і елементів технології операцій (ОТ). Увага до безпеки залежить від середовища застосування, структури бізнесу та оцінки ризику. Оцінка ризику включає аналіз потенційних загроз та атак, а також витрат, що можуть бути пов'язані з такими інцидентами. Крім того, підключення ІТ-систем до фізичних систем потребує врахування впливу безпеки IoT, щоб гарантувати, що процеси можуть бути розгорнуті та керовані таким чином, щоб система залишалася безпечною навіть при відключенні від інших частин розгортання.

Захист даних. Дані, що зберігаються на пристроях, передаються через загальнодоступні мережі, хмару

постачальника та корпоративні мережі, повинні бути захищені від несанкціонованого доступу та використання. Для цього застосовуються різні методи, зокрема, використання кількох рівнів захисту для боротьби з різними типами загроз або ізоляції даних від різних компонентів системи. Захист лінії зв'язку може бути доповнений шифруванням на рівні поля даних і підписанням, здійснюваним безпосередньо на пристрої, що гарантує наскрізний захист зв'язку. Дані, що знаходяться в спокої, можуть бути зашифровані в базі даних, на дисках або носіях для запобігання витокам і неправомірному використанню. Розширене збирання даних також вимагає додаткової уваги до конфіденційності, що включає розподіл, редагування та обробку даних. Особливо важливо враховувати, чи включаються в систему IoT особисті дані, що може тягнути за собою юридичні та нормативні вимоги, що часто називаються «конфіденційністю». Якщо є можливість ідентифікації пристроїв або даних з конкретною особою, ці дані можуть вважатися ідентифікаційними. Сукупні дані можуть бути використані для встановлення особи, до якої вони належать.

Моніторинг, аналіз і реагування на безпеку. У кожній системі має бути вбудований моніторинг для виявлення активних атак у реальному часі. Зважаючи на масштаб IoT-систем, кількість пристроїв і обсяг оброблюваної інформації, автоматизовані системи повинні бути здатні реагувати на відомі атаки та виявляти підозрілу поведінку. Реакція на атаки може включати тимчасову ізоляцію, карантин або вилучення частин системи IoT, а також формальні процеси для усунення виявлених вразливостей. Як і в ІТ-безпеці, виявлені уразливості повинні бути розкриті, щоб зацікавлені сторони могли вжити заходів з пом'якшення наслідків, зміни конфігурацій і своєчасного оновлення систем. Атаки можуть мати різні форми, зокрема, ін'єкцію фальшивих або хибних даних датчиків для маніпулювання автоматизованими системами, що приймають рішення.

Управління життєвим циклом IoT-системи є складним процесом, який охоплює управління ідентичністю, пристроями, ланцюгами постачання, розробку програмного забезпечення, а також управління змінами в уже розгорнутих системах. Всі ці елементи повинні враховувати безпеку для запобігання атакам, від шкідливих до ефективного управління криптографічними ключами. Код, ключі та фізичні компоненти повинні бути перевірені на всіх етапах – від закупівлі до встановлення на пристроях і шлюзах IoT. Система повинна також підтримувати можливість безпечного оновлення окремих компонентів для виправлення вразливостей і впровадження функціональних покращень протягом усього життєвого циклу. Аналогічні принципи безпеки застосовуються й до конфіденційності та захисту даних.

Висновки

Дослідження, проведене в роботі, демонструє, що Інтернет речей (IoT) стає все більш поширеною обчислювальною технологією, що вимагає великих обсягів зберігання даних та потужних можливостей для їх

обробки. Інтеграція хмарних технологій з IoT дозволяє обробляти та передавати різноманітні дані за кілька секунд в будь-яку точку світу, що є значною перевагою для суспільства, а також для автомобільної галузі. Об'єднання цих технологій створює синергію, оскільки вони доповнюють одна одну в різних аспектах функціональності. У роботі підкреслено важливість створення хмарного підходу до IoT. Обговорюється архітектура IoT на основі хмари, різноманітні сценарії застосування, а також проблеми, які виникають при інтеграції цих

технологій. Протягом наступних років буде розроблено багато IoT-систем, що охоплюють різні сфери, зокрема й автомобільну галузь. Такі системи складаються з численних компонентів, кожен з яких має свої власні виклики. Аспекти масштабування, швидкості, безпеки та конфіденційності в системах IoT потребують особливої уваги. Підхід, викладений у цій роботі, забезпечує надійну основу для розуміння систем IoT і вирішення різних завдань систематично та логічно, що має бути застосовано при експлуатації автомобілів.

Список використаної літератури

- [1] Volkov, V.P., Mateychik, V.P., Komov, P.B., Gritsuk, I.V., Smeshek, M., Volkova, T.V., & Tsyuman, M.P. (2015). *Intelligent transport monitoring systems*. Kharkiv: NAHU.
- [2] Volkov, V.P., Mateychik, V.P., Nikonov, O.Ya., Komov, P.B., Gritsuk, I.V., Volkov, Yu.V., & Komov E.A. (2013). *Integration of technical operation of vehicles into structures and processes of intelligent transport systems*. Donetsk: Publishing house "Knowledge".
- [3] Vasylyshyn, P.A., Redchuk, A.V., & Palamar, A.M. (2020). *Information and measuring system for monitoring the condition of vehicles using Internet of Things technology*. In *Proceedings of the VIII scientific and technical conference "Information models, systems and technologies"* (pp. 97). Ternopil: TNTU.
- [4] Kashkanov, A.A., Kuzhel, V.P., & Hrysyuk, O.G. (2010). *Information computer systems of road transport*. Vinnytsia: VNTU.
- [5] Volkov, V.P., Nikonov, O.Ya., & Volkov, Yu.V. (2014). *Methods of technical control of wheeled vehicles reliability*. *Bulletin of the Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petro Vasylenko*, 151, 124-128.
- [6] Prilepsky, Yu.V., Hrytsuk, I.V., & Rybalko, I.F. (2012). *Development of an automatic control system for heat accumulation and pre-starting heating of an internal combustion engine*. *Scientific Works of the Donetsk National Technical University. Series: Computing and Automation*, 23, 43-48.
- [7] Volkov, V.P., Hrytsuk, I.V., Komov, A.P., & Volkov, Yu.V. (2014). *Features of monitoring and determining the status of vehicle malfunctions as part of the on-board information and diagnostic complex*. *Bulletin of the National Transport University*, 30(1). 51-62.
- [8] Zheng, X., Chen, W., Wang, P., Shen, D., Chen, S., Wang, X., & Yang, L. (2016). Big data for social transportation. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 17(3), 620-630. doi: 10.1109/TITS.2015.2480157.
- [9] Fabbiani, E., Vidal, P., Massobrio, R. & Nesmachnow, S. (2016). Distributed Big Data analysis for mobility estimation in Intelligent Transportation Systems. In C. Barrios Hernández, I. Gitler & J. Klapp (Eds.), *High performance computing. CARLA 2016. Communications in computer and information science* (Vol. 697, pp. 146-160). Cham: Springer. doi: 10.1007/978-3-319-57972-6_11.
- [10] Buyya, R., Broberg, J., & Goscinski, A.M. (2011). *Cloud computing principles and paradigms*. New York: Wiley Publishing.

Viacheslav Pavlenko

PhD in Technical Sciences, Associate Professor
Kharkiv National Automobile and Highway University
61002, 25 Yaroslav Mudryi Str., Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-0796-4307>

Vitaliy Pavlenko

Doctor of Technical Sciences, Professor
National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute"
61070, 17 Vadym Manko Str., Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-6871-2133>

Volodymyr Manuylov

Lieutenant-colonel
National Academy of the National Guard of Ukraine
61001, 3 Maidan Zahisnykiv Ukrainy, Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-7306-9138>

Volodymyr Kuzhel

PhD in Technical Sciences, Associate Professor
Vinnytsia National Technical University
21021, 95 Khmelnytske Shose Str., Vinnytsia, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5646-0274>

Antonina Buda

PhD in Technical Sciences, Associate Professor
Vinnytsia National Technical University
21021, 95 Khmelnytske Shose Str., Vinnytsia, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-1055-1880>

Cloud solutions for data integration and analysis in remote vehicle monitoring

Abstract. The research work is aimed at studying, developing and optimising a system for integrating diagnostic data with cloud platforms to implement remote monitoring of motor vehicles. The results of this research will not only help to increase the efficiency and availability of vehicle maintenance, but also identify new areas of development in the field of transport technology and cloud technologies. The paper also addresses the issues of data security, information transfer efficiency, and scalability of solutions, which are key to the reliable operation of remote monitoring systems. Ensuring the confidentiality and integrity of data is a top priority, requiring the implementation of advanced encryption and access control methods. The efficiency of information transmission plays a crucial role in the face of a large amount of data coming from vehicles, and the scalability of the systems allows them to adapt to the growing needs of enterprises. Future systems will allow, if necessary, downloading specialized diagnostic methods for troubleshooting from a remote service centre; standardization of functionality and interfaces of on-board vehicle monitoring systems of different manufacturers to reduce the range of test and diagnostic equipment. In addition, the emphasis is placed on the practical aspects of applying cloud technologies in real-world transportation systems. The practical approach involves analysing specific cases and examples of the use of cloud platforms for monitoring various types of vehicles. In particular, the paper considers the implementation of cloud solutions in road transport companies, railway companies and sea carriers. The conclusions of the paper include recommendations for the implementation and optimisation of cloud-based solutions for vehicle monitoring, which can reduce maintenance costs, improve the safety and efficiency of transport systems. Combining diagnostic data with cloud-based platforms for remote maintenance is becoming a response to the challenges of the modern automotive industry. The integration of these technological solutions is aimed at improving the quality of service, ensuring operational safety, and reducing maintenance time and costs

Keywords: cloud technology; data analysis; vehicles; Internet of Things; information transfer; cloud environment; intelligent transportation systems