

Володимир Волков*

Доктор технічних наук, професор
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
61002, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-2202-3441>

Тетяна Волкова

Кандидат технічних наук, доцент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
61002, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-8546-4119>

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>

Віталій Верхломчук

Аспірант
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
61002, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, Україна
<https://orcid.org/0009-0003-7725-5271>

Назар Нікіфоров

Магістрант
Вінницький національний технічний університет
21021, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна
<https://orcid.org/0009-0007-7901-9108>

Основи інтеграції системи технічної експлуатації автомобілів в інтелектуальні транспортні системи

Анотація. Метою дослідження була побудова основ інформаційних технологій для управління роботоздатністю автомобілів з використанням Intelligent transportation system (ITS). Виконано аналіз загального стану автомобільного транспорту загального користування і його системні проблеми на сучасному етапі. Побудоване віртуальне підприємство автомобільного транспорту (ПАТ) «ХНАДУ – ТЕСА», призначене для вирішення виробничих завдань автомобільного транспорту загального користування щодо оптимізації (покращення показників) роботи парку рухомого складу (РС) і є комплексним рішенням з моніторингу і управління життєвим циклом етапу його експлуатації в невеликих підприємствах автомобільного транспорту. Воно має усі підрозділи що й типове ПАТ і може забезпечувати безперервний моніторинг (контроль) параметрів рухомого складу при незначних експлуатаційних витратах завдяки використанню як новітніх технологій мобільного бездротового зв'язку так і професійного навігаційного (зв'язного) обладнання. У склад віртуального підприємства входять такі розроблені

Suggested Citation:

Volkov, V., Volkova, T., Kuzhel, V., Verkhloenchuk, V., & Nikiforov, N. (2024). Basics of integration of vehicle technical operation system into intelligent transport systems. *Journal of Mechanical Engineering and Transport*, 10(2), 21-30. doi: 10.63341/vjmet/2.2024.21.

*Corresponding author



інформаційно-програмні комплекси (ІПК) «Virtual mechanic «HADI–12», «Service Fuel Eco «NTU-HADI–12», «MonDiaFor «HADI–15», «IdenMonDiaOperCon «HNADU–16», які передбачають системну взаємодію таких основних компонентів моніторингу: роботоздатний стан автомобіля, враховуючи можливості водія і бортового інформаційного комплексу, умови експлуатації автомобіля (транспортні умови, дорожні умови, умови навколишнього природного середовища і культура праці), транспортна інфраструктура й інфраструктура автомобільних доріг. Результати, що отримано за допомогою ІПК, дають змогу отримати значення саме середніх швидкостей руху автомобіля з урахуванням геозон руху, витрати палива і відносний коефіцієнт зміни швидкості руху, який використовують з метою корегування існуючої системи ТО і Р в ПАТ, враховуючи умови експлуатації автомобіля. Результати дослідження з допомогою ІПК дозволили отримати значення середніх швидкостей руху транспортних засобів з урахуванням геозон руху, витрати палива і коефіцієнту зміни швидкості руху (відносний), який виступає основним орієнтиром під час визначення умов експлуатації кожного конкретного автомобіля

Ключові слова: автомобіль; автомобільний транспорт загального користування; технічна експлуатація автомобілів; віртуальне підприємство автомобільного транспорту; інформаційні програмні комплекси; інтелектуальні транспортні системи

Вступ

Автомобільний транспорт (АТ), згідно зі статистичними даними, відіграє роль найважливішого сектора української економіки так, як обслуговує майже всі галузі господарювання країни і всі верстви населення, покращує зростання мобільності/якості життя населення. Сучасний автомобільний парк України складається з понад 14 млн одиниць автомобілів, які можна розподілити так [1]: вантажні автомобілі – 15,5 %, автобуси – 2,6 %, легкові автомобілі – 81,9 %. Виключно шляхом ліцензування автотранспортної діяльності забезпечується державне регулювання ринку транспортних послуг в Україні. Для прикладу кількість ліцензій, які отримані юридичними і фізичними особами в Україні становить орієнтовно 140 тис. одиниць, а кількість транспортних засобів (ТЗ), які вони використовують, – до 400 тис. одиниць [1]. Згідно зі зведеними даними Головної держінспекції на АТ, частка перевізників, які експлуатують тільки один ТЗ складає 61 %, до трьох ТЗ – 22,4 %, а до п'яти ТЗ – 7 %, а також до десяти ТЗ – 5,4 %, при умові, коли більше 10 ТЗ – 4,3 %.

Виділимо такі основні системні проблеми АТ [1]:

- ◆ втрата важелів керування АТ (саме адміністративних) як цілого приватизованого сектору;
- ◆ значний спад обсягів транспортної роботи;
- ◆ часткова збитковість діяльності навіть пасажирського транспорту на різноманітних автобусних маршрутах загального користування;
- ◆ тотальне старіння рухомого складу (РС), не повністю відпрацьовані механізми його заміни;
- ◆ невідповідність структури як вантажного так і пасажирського парку наявному попиту на ці послуги з перевезень;
- ◆ низький рівень безпеки при виконанні автомобільних перевезень і з іншої сторони – значне економічне і інше навантаження на навколишнє природне середовище.

За останні 40 років в системі автомобільного транспорту загального користування (АТЗК) України пройшли суттєві зміни, які торкнулися практично всіх аспектів функціонування транспортної структури міст.

На Рисунку 1 зображені історичні етапи розвитку та формування сучасного ринку України з пасажирських перевезень [2].

Однією з найважливіших підсистем АТ є технічна експлуатація автомобілів (ТЕА), яка за визначенням [3], являє підсистему транспорту саме в структурі достатньо складної транспортно-комунікаційної програми України. Основою ТЕА є система ТО і Р, – яка являє собою комплекс заходів, спрямованих на забезпечення працездатності (рівня надійності) ТЗ в процесі експлуатації при найменших сумарних трудових і матеріальних витратах і втратах часу на основі підтримки працездатності (впливи ТО) та відновлення працездатності (впливи Р) [4].

В сфері АТЗК цей дієвий механізм управління рівнем експлуатаційної надійності парку ТЗ через гнучку систему ТО і Р було втрачено [5]. Таким чином, перед державними структурами і, насамперед, на АТЗК встає питання про необхідність відновлення регулювання та контролю за дотриманням підприємствами автомобільного транспорту (ПАТ) вимог системи ТО і Р з метою недопущення виникнення відмов ТЗ і як наслідок дорожньо-транспортних пригод з вини низької технічної надійності ТЗ. Але сучасна, сформована протягом багатьох років на АТ середньостатистична система ТО і Р вже зовсім не відповідає існуючим вимогам експлуатації. Основною перевагою даної системи є лише її можливість прогнозувати технічний стан ТЗ при відсутності систем діагностування на ПАТ. Головний недолік існуючої системи – прийняття рішення стосовно проведення робіт саме на підставі інформації лише щодо пробігу автомобіля в певних (конкретних) умовах експлуатації.

Тому під час впровадження такої системи ТО і Р не враховується реальний стан агрегатів і систем ТЗ, в результаті чого відбувається перевитрата запасних частин, і, як наслідок, підвищені витрат грошових коштів на підтримання ТЗ у справному стані [6]. Усунути зазначені недоліки існуючої середньостатистичної системи ТО і Р можливо лише за рахунок переходу на систему обслуговування і ремонту ТЗ за реальним технічним станом (Рис. 2).

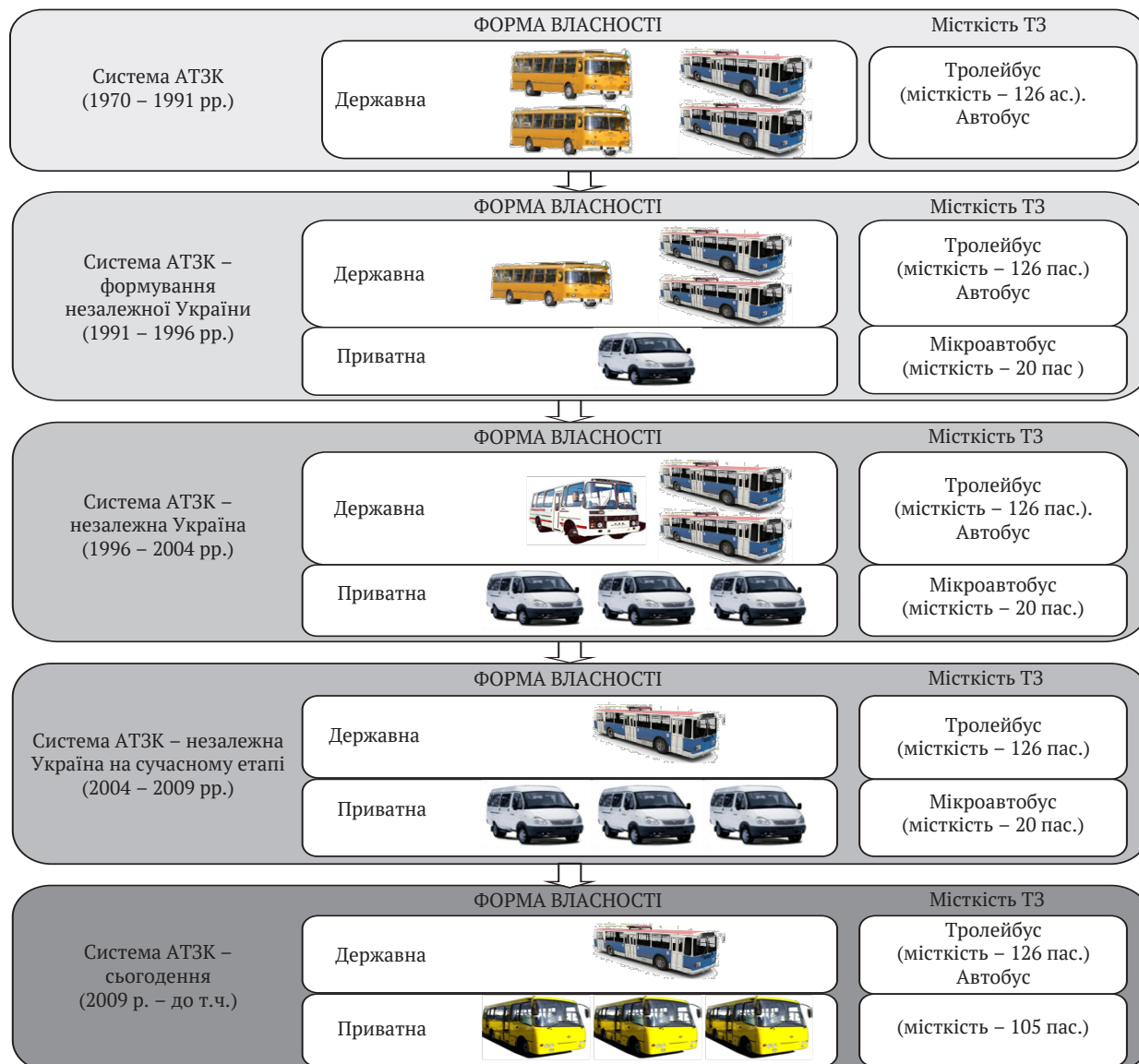


Рисунок 1. Етапи формування сучасного ринку пасажирських перевезень в Україні

Джерело: розроблено авторами

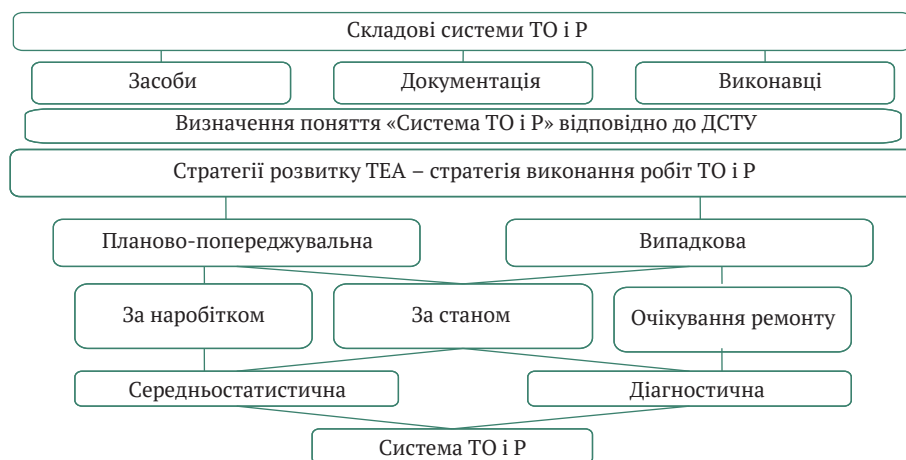


Рисунок 2. Стратегії розвитку ТЕА на АТЗК

Джерело: розроблено авторами

Вирішення такого завдання в сучасних умовах АТ можливе за рахунок впровадження на АТ телематичних систем контролю технічного стану та експлуатаційних показників ТЗ в режимі реального часу.

Телематична система – це система, що поєднує в єдиний як технічний так і технологічний комплекси вже підсистеми організації та забезпечення безпеки (перевезень, дорожнього руху), а також забезпечення інформаційного чи іншого сервісу як для учасників дорожнього руху так і інших суб'єктів транспортного процесу. У стратегічних, політичних і програмно-цілевих документах розвинених країн телематична система одержала назву інтелектуальна транспортна система (ITS) [7].

ITS у світовій практиці визнана як загальнотранспортна ідеологія, мета якої – інтеграція досягнень саме телематики в різноманітні види діяльності (транспортної в тому числі) з метою вирішення проблем як соціального так і економічного характеру, тобто значне скорочення аварійності, зростання ефективності громадського транспорту і виконання вантажних перевезень, забезпечення високого рівня транспортної безпеки країни, покращення існуючих екологічних показників [7].

Аналіз рівня розвитку інформаційних технологій, показує, що вже сьогодні на АТ можливо забезпечити контроль всього рухомого парку ТЗ, і зокрема його технічного стану, а також організувати дієву роботу технічної служби (ТС) ПАТ в автоматизованому режимі. Реальне впровадження подібних систем контролю і управління технічним станом ТЗ стало можливим за рахунок бурхливого розвитку мікропроцесорної пристроїв універсального та спеціалізованого призначення, телематичних систем, включаючи засоби зв'язку ближньої і дальньої дії, а також супутникових навігаційних систем тощо [7].

Функціональна архітектура ITS [7, 8] представляє модульну структуру ITS, в якій присутні цільові напрями її розгортання (безпеку руху, організація дорожнього руху, моніторинг параметрів ТЗ при русі і ін.), а також самоцільові групи завдань, згідно з якими формуються комплекси підсистем ITS (ТЗ, електронні карти, дорожню інфраструктуру, інтегровані підсистеми і ін.).

На АТЗК ефективне здійснення технічного контролю і управління його діяльністю потребує використання відповідних автоматизованих систем збору і аналізу даних, які доцільно використовувати для оцінки не тільки поточних значень параметрів стану ТЗ, що надходять із бортового блоку оцінки певних показників, але і для статистичної обробки накопичених даних на протязі всього процесу експлуатації. В результаті впровадження саме таких систем, на АТЗГ створюються передумови для досягнення: попередження раптових відмов; скорочення часу простою в ремонті; підвищення загальної безпеки і надійності ТЗ; забезпечення зручності виконання транспортного процесу. Крім того, в ТЕА виникає можливість оперативного планування технологічного процесу ТО і Р ТЗ і з'являється можливість визначення оптимальної структури виробничої бази ТС [4].

Слід зазначити, що сучасна структура АТЗК складається з сукупності окремих перевізників і невеликих підприємств автотранспортних підприємств (НПАТ, до 10 одиниць ТЗ – 4,3%), які грають роль нових утворень галузі, де можуть діяти три різних групи реалізації ТЕА [8].

Перша група – ТЕА, де ТО і Р здійснюється виключно власними силами підприємства. З метою організації окремого структурного підрозділу для ТЗ, що буде займатися виключно ТЕА слід вкласти значні початкові кошти (сформувати штат кваліфікованих фахівців і закупити певний перелік обладнання, а також створити ефективну роботу складів. Для великої кількості сучасних НПАТ, які існують в Україні (90 %), такі витрати нерациональні і непродуктивні. Друга група – ТЕА виконується з залученням підрядних підприємств чи організацій. Ці підприємства чи організації мають вже власний штат висококваліфікованих фахівців і забезпечені власною виробничою технічною базою.

Третя група реалізації виконання ТЕА, які реалізовані саме у вигляді обслуговувань сервісних як гарантійних так і післягарантійних. У цьому випадку договірні відносини з цими сервісами (спеціалізованими) формуються ще на етапі купівлі нового ТЗ, або після початку його експлуатації саме в гарантійний період. Особливість фірмового сервісу в тому, що при його реалізації найбільш яскраво виражаються плюси ІПБ/CALS/PLM-технологій, так як стан рухомого складу в цілому знаходиться під пильним контролем фахівців починаючи від складального конвеєра на підприємстві-виробнику і аж до місця експлуатації, а обов'язковою дією є підключення РС до мережі «Інтернет», з метою контролю і збереження всієї діагностичної інформації.

Через застосування на автомобілях як сучасних одночасно складних (проте високоєфективних) систем керування (електронних) так і вбудованих систем бортової діагностики, стрімкого розвитку систем навігації (супутникових) й сучасних засобів зв'язку (мобільного), інших сучасних технологій передачі даних з'явилася можливість не лише визначати в кожний момент часу географічне положення РС (GPS координати) і мати цілодобовий зв'язок з диспетчером – механіком НПАТ, але й контролювати постійно технічний стан автомобіля, що дозволяє реалізувати широке коло завдань з виявлення, діагностування та прогнозування на певний пробіг безвідмовності автомобіля.

Створення нових підходів до інтеграції системи технічної експлуатації автомобілів в інтелектуальні транспортні системи може бути здійснено у вигляді віртуальних підприємств в структурі АТЗК. Метою дослідження є побудова основ інформаційних технологій для управління роботою автомобілів в умовах ITS.

Результати

Створення віртуального підприємства і ППК для управління роботою автомобілів в ITS. Віртуальне підприємство – може бути реалізоване як метод співпраці суб'єктів ринку для реалізації конкретного

проекту, коли взаємодія між віддаленими учасниками здійснюється за допомогою саме розподіленого інформаційного середовища із застосуванням сучасних електронних засобів комутації [9]. Призначення побудованого авторами віртуального ПАТ «ХНАДУ – ТЕСА»

це розв'язок cfvт виробничих завдань АТЗК стосовно оптимізації чи покращення ефективності роботи парку РС і являється комплексним підходом моніторингу/управління життєвого циклу (ЖЦ) чи окремого етапу/періоду експлуатації РС в НПАТ (Рис. 3) [10].

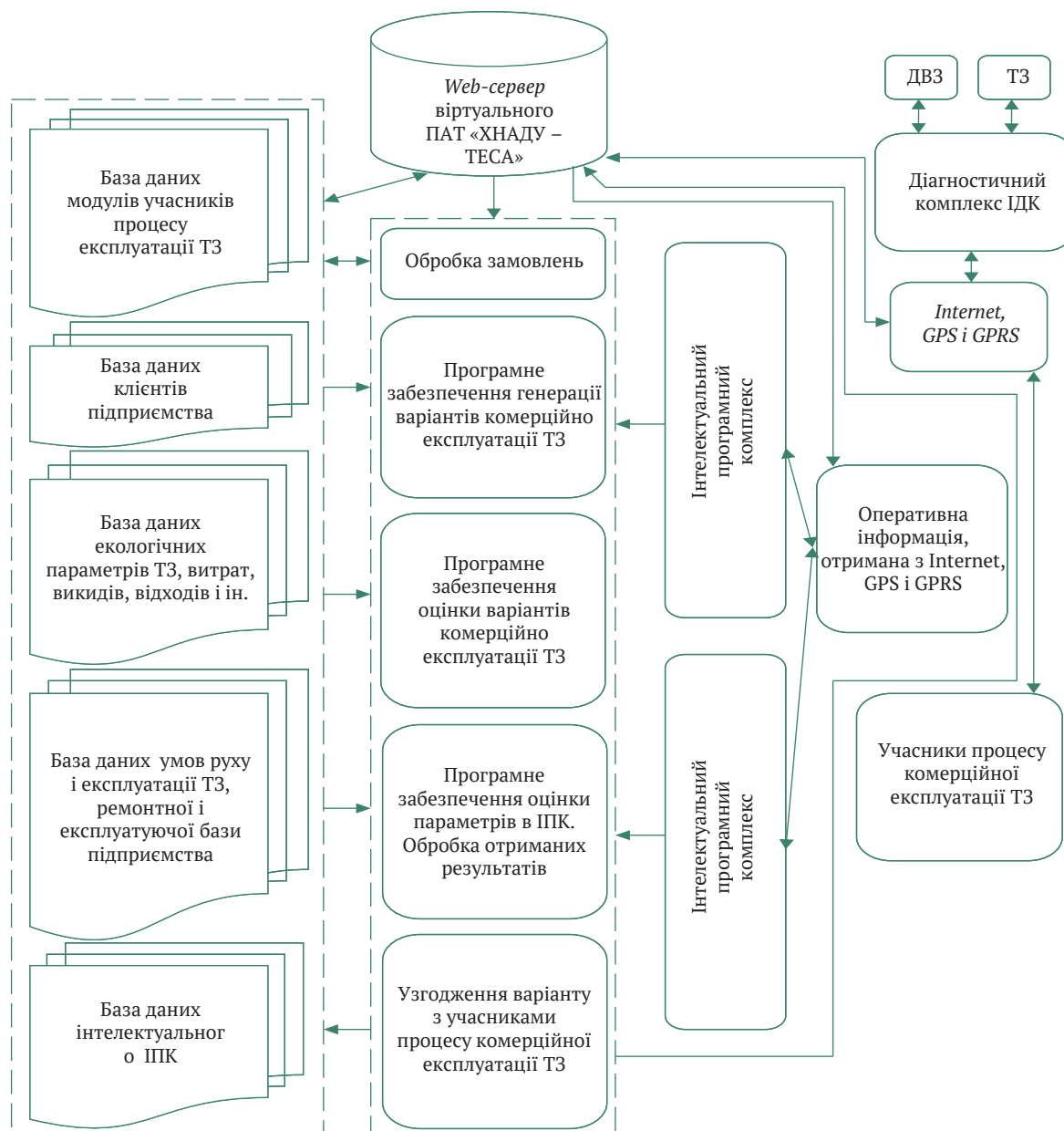


Рисунок 3. Функціональна структура взаємодії ІПК з елементами віртуального ПАТ «ХНАДУ – ТЕСА»

Джерело: розроблено авторами на основі [10]

Віртуальне підприємство має майже усі підрозділи, що і типові ПАТ і може забезпечувати безперервний моніторинг (контроль) параметрів РС при незначних експлуатаційних витратах шляхом використання сучасних технологій саме бездротового зв'язку (мобільного) і якісного навігаційно-зв'язного обладнання. Впровадження такої системи стане якісно новим рівнем керування як окремими АТЗ, так і всім парком АТЗК.

Перевагою системи моніторингу віртуального підприємства «ХНАДУ – ТЕСА» є:

- ♦ автоматичний (безперервний) контроль над процесом руху РС з моніторингом і оцінкою умов експлуатації в режимі реального часу, контроль часу проходження маршрутів і відповідності графіків роботи, постійне відображення маршрутів РС з точним місцезнаходженням РС в он-лайн картах (електронних);

- ♦ автоматичний (безперервний) контроль таких параметрів: технічного стану РС, виконання режиму проведення необхідних дій при ТО і Р з дослідженням рівня надійності РС і ефективності ТЕА;

- ♦ швидкість доставки повідомлень і подальше їх архівування і зберігання;

- ♦ повна конфіденційність даних, які обробляються системою, і відомостей, що отримуються і формуються в системі;

- ♦ можливість повної інтеграції з сучасними системами (інформаційними) НПІАТ;

- ♦ можливість підключення додакових (виконаних згідно з побажанням і замовленням клієнтів) так званих спеціальних модулів ІПК для вирішення різних поточних завдань;

- ♦ відносно низька собівартість обладнання;

- ♦ низькі витрати на тривале використання системи.

Віртуальне ПАТ «ХНАДУ-ТЕСА» – це ІПК (телематична платформа), яка побудована на технології «клієнт-сервер» із застосуванням *Web-технологій*, а її складовими являються: геоінформаційна система (ГІС) телематичного сервера, сам власне телематичний сервер, базове ПЗ «Virtual mechanic «HADI-12»» – робочого місця диспетчера-механіка, ПЗ телематичного сервера BN-Complex™, ІПК «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»»; абонентські термінали (навігатори-приймачі РС) та ін.

Основні функції/можливості системи віртуального ПАТ «ХНАДУ – ТЕСА» можна умовно поділити на такі функції: моніторингу, як управління так і зберігання інформації з можливістю з'єднатися із зовнішніми інформаційними системами (ІС).

Розрізняють такі функції моніторингу системи віртуального ПАТ «ХНАДУ -ТЕСА»:

- ♦ визначення параметрів (автоматичне) стану агрегатів, систем і механізмів РС, які є у вільному доступі в бортовій системі діагностування (OBD);

- ♦ визначення (автоматичне) навігаційних параметрів РС (азимут, GPS координати, швидкість руху, і ін.);

- ♦ визначення (автоматичне) параметрів стану РС саме за показниками контрольних приладів навігаторів/приймачів (телематичних). Приклад реалізації – наявність і «якість» живлення в системі керування циками двигуна і ін.);

- ♦ стан замків (відкриті/закриті) дверей кабіни чи пасажирського салону; ввімкнення системи як звукової так і світлової сигналізації;

- ♦ датчики положення в просторі кузова самоскида;

- ♦ відповідність роботи устаткування як навісного так і додаткового, контроль температурних режимів, фіксація перевищення дозволеної швидкості руху;

- ♦ рівень рідин в бачках (радіатор, бачок, цистерна);

- ♦ передача (автоматична) в НПІАТ навігаційної і іншої потрібної інформації стосовно стану чи показників роботи РС через наперед заданий час (з періодичністю від 20 і більше секунд);

- ♦ передача (автоматична) в НПІАТ позачергових повідомлень стосовно зміни параметрів стану чи

показників роботи РС через спрацювання контрольних пристроїв або датчиків (коли водій натиснув тривожну кнопку, контроль і налаштування роботи додаткового устаткування, довгий простій об'єкту, входження показників об'єкту контролю в певну зону або вихід за її межі);

- ♦ занесення (автоматичне) різної інформації: навігаційної, щодо стану РС в окрему незалежний запам'ятовуючий пристрій, який збереже інформацію у випадку втрати доступу до каналів зовнішнього зв'язку, з наступною відправкою записаних даних в НПІАТ(автоматичною або за запитом);

- ♦ відслідковування (автоматичне) за тим як РС слідує маршруту або графіком руху з можливістю подачі при відхиленнях значень попереджувального повідомлення;

- ♦ можливість детальнішого вибору окремих складових одиниць, вузлів, агрегатів РС для збору та аналізу даних по ним в режимі реального часу;

- ♦ відображення в зручній формі (наприклад в графічній) розташування і параметрів РС;

- ♦ зберігання даних щодо місцеположення і стану РС в текстовій формі, краще у вигляді таблиць;

- ♦ відображення в НПІАТ саме позачергових повідомлень про необхідну заміну стану РС у вигляді наприклад «тривожних вікон» з подачею відповідного сигналу.

Сформуємо основні функції управління системою віртуального ПАТ «ХНАДУ – ТЕСА»:

- ♦ можливість формування на картах місцевості (електронних), наприклад Google maps, контрольних зон і точок для контролю переміщення РС (Рис. 4);

- ♦ забезпечення контролю і аналізу фактичного пробігу РС через певний пробіг;

- ♦ можливість передачі команд диспетчера – механіка саме на виконавчі пристрої РС (результатом може бути – наприклад при несанкціонованому доступі – блокування системи пуску, вимкнення двигуна, ввімкнення аварійних сигналів, виклик водія, управління додатковим обладнанням);

- ♦ здійснення голосового зв'язку диспетчера НПІАТ з водіями РС;

- ♦ реалізація автоматичного запису в журналі подій, де реєструються всі дії проведені диспетчером НПІАТ.

Основні функції системи «ХНАДУ – ТЕСА» стосовно збереження інформації і можливості інтеграції з зовнішніми ІС:

- ♦ можливість зберігання інформації в єдиній базі даних (БД) (*MS SQL* або *Interbase*);

- ♦ забезпечення процесу перетворення інформації у зручний формат, що сумісний з призначеними форматами саме для користувача ІС;

- ♦ забезпечення обміну даними;

- ♦ можливість створення БД у зручному для користувача форматі, для створення архівів.

За принципом побудови система віртуального ПАТ «ХНАДУ – ТЕСА» містить три основні частини:

- ♦ «РС» – об'єкти моніторингу;

- ♦ «мережі передачі інформації» – *GSM/GPRS, Internet*;

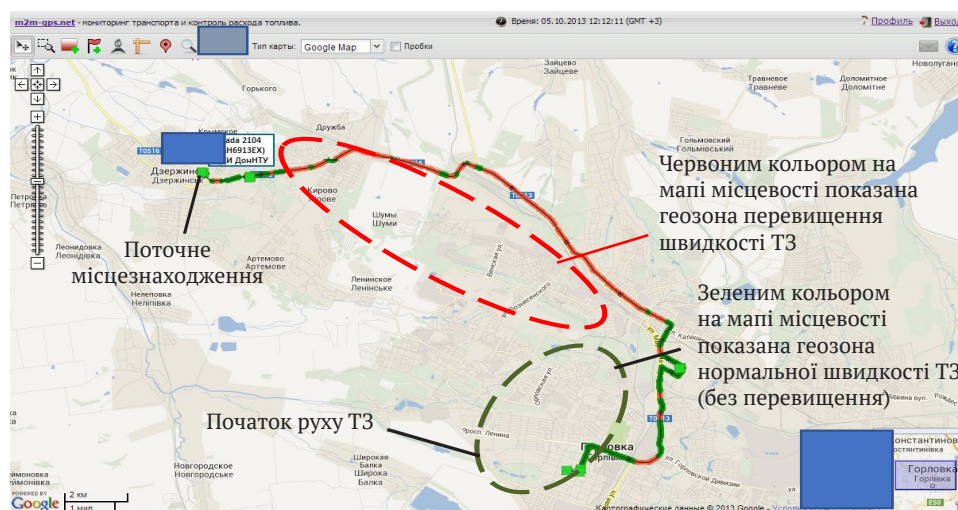


Рисунок 4. Інтерфейс програми обробки і виводу інформації про місцезнаходження ТЗ в режимі «on-line»

Джерело: розроблено авторами

◆ «Система обробки і зберігання інформації» – так званий «телематичний сервер».

РС на підприємствах, які користуються послугами віртуального ПАТ «ХНАДУ – ТЕСА», має бути обладнаний навігаційно-зв'язними і приймально-передаючими пристроями, які дають змогу проводити цілодобовий контроль навігаційних і технічних параметри РС різноманітних категорій. Весь наявний об'єм як навігаційної, так і іншої інформації (частіше технічної), яку отримують від РС, що досліджується, далі вже поступає на телематичний сервер і зберігається в базі даних (MS SQL або Interbase), потім стає доступним користувачам, здобувачам і дослідникам в науково-диспетчерському центрі ХНАДУ, де піддається подальшій обробці і аналізу за допомогою спеціально розроблених ІПК «Virtual mechanic HADI-12», «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12», «MonDiaFor «HAD-15», «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16» [10] та ін.

Наступний етап – інформація в «режимі блогу» з сайту khnadu.com, відкривається в доступі клієнтам – тобто власникам як окремих одиниць РС, так і всього парку РС, тобто будь-якому фахівцю, який бере участь в координації роботи свого НПІАТ.

ІПК «Virtual mechanic «HADI-12» призначений для підвищення ефективності діяльності ПАТ шляхом вирішення завдань з організації і управління, контролю, розрахунку і аналізу показників роботи системи ТО і Р НПІАТ.

ІПК «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12» має вже повнофункціональний набір можливостей ІПК «Віртуальний механік «HADI-12» [9], а також ще додаткові можливості, які згруповані в окремому блоці ІПП «Екологічні показники». В основу цих блоків лягли дослідження [11], які призначені для поліпшення показників паливної економічності та екологічної безпеки ТЗ.

Наступний ІПК «MonDiaFor «HADI-15» (monitoring, diagnosis, forecasting technical condition of the vehicle under ITS) призначено для ідентифікації ТЗ і оцінки поточного стану його двигуна, моніторингу необхідних параметрів, діагностування, прогнозування, аналіз параметрів технічного стану ТЗ в умовах ITS. Повний алгоритм роботи ІПК приведено в дослідженнях [12–15], а на Рисунку 5 показано приклад роботи програмного модуля M2M lab в режимі обробки і виводу інформації про місцезнаходження ТЗ в режимі on-line з виділенням геозон.

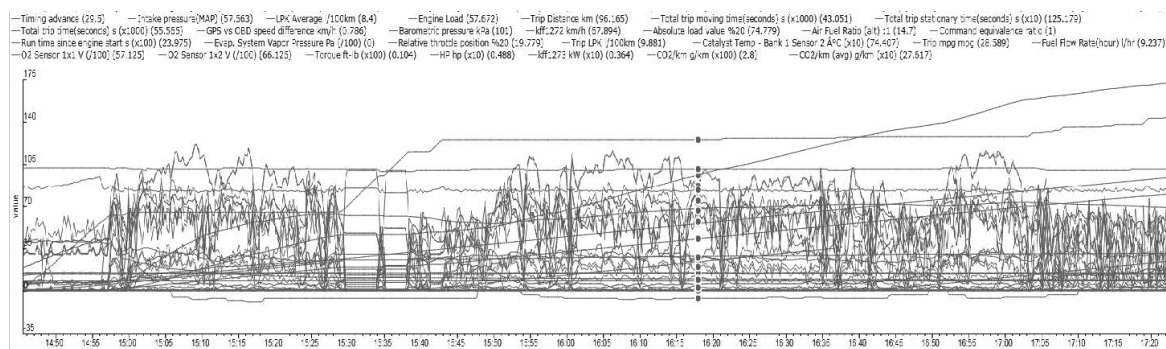


Рисунок 5. Робоче вікно Totque з результатами моніторингу запропонованих параметрів технічного стану ТЗ

Джерело: розроблено авторами

Крім цього, при використанні програмного модуля моніторингу M2M Lab в ІПК ІПК «MonDiaFor «HADI-15» віртуального ПАТ «ХНАДУ – ТЕСА» замовникам можуть бути надані такі сервіси:

1. Керування дорожнім рухом: 1.1. Підтримка транспортного планування; 1.2. Керування в надзвичайних транспортних ситуаціях; 1.3. Керування вимогами щодо транспортування; 1.4. Керування технічною експлуатацією інфраструктури.

2. Інформація для мандрівників: 2.1. Інформація перед поїздкою; 2.2. Інформація під час руху для водіїв; 2.3. Інформація під час руху для громадського транспорту; 2.4. Індивідуальні інформаційні послуги; 2.5. Дорожні вказівки й навігація.

3. Комерційні транспортні засоби: 3.1. Керування парком комерційних транспортних засобів.

4. Суспільний транспорт: 4.1. Керування суспільним транспортом; 4.2. Керування транспортом на вимогу.

5. Керування в надзвичайних ситуаціях: 5.1. Сигналізація про небезпечну ситуацію й особиста безпека; 5.2. Керування аварійно-рятувальним транспортом; 5.2. Небезпечні вантажі й попередження інцидентів.

6. Електронні платежі: 6.1. Електронні фінансові перерахунки.

7. Безпека, тощо.

Для оперативного контролю процесів експлуатації і забезпечення взаємодії ТЗ з транспортною інфраструктурою і інфраструктурою автомобільних доріг, а також оцінки умов експлуатації ІПК «MonDiaFor «HADI-15» було удосконалено в ІПК «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16» [13]. Він отримав можливості працювати з програмними і інформаційними модулями Carlife, Torque (Рис. 5), Meteosco, Google.Пробки та ін.

Для коригування ТО і Р РС ТС ПАТ використовується відносний коефіцієнт зміни швидкості руху (ВКЗШР) ТЗ, який визначається середньою технічною швидкістю руху ТЗ і який прийнято в якості основного критерію при визначенні групи умов експлуатації. Визначення швидкості ТЗ в умовах експлуатації здійснювалось за допомогою ІПК «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16», звіт якого використовувався для оцінки зміни ВКЗШР (Рис. 6). ВКЗШР на дослідному шляху руху ТЗ змінювався в межах 0,69–1,25, що належить до першої групи умов експлуатації.

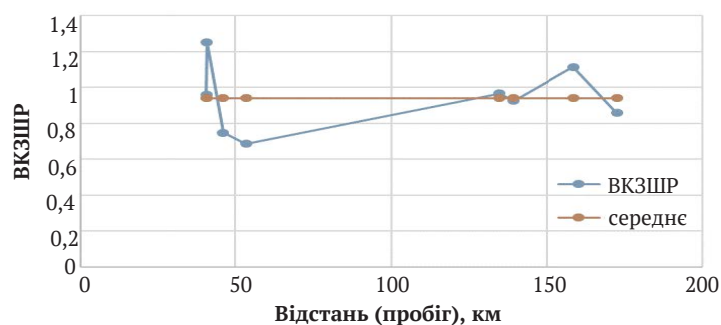


Рисунок 6. Результати дослідження відносного коефіцієнту зміни швидкості руху (ВКЗШР) на дослідній ділянці
Джерело: розроблено авторами

Висновки

Розроблено авторами віртуальне ПАТ «ХНАДУ – ТЕСА» має такі ж типові підрозділи, як і звичайне (реальне) підприємство автомобільного транспорту. Впровадження віртуального ж підприємства – якісно новий рівень управління парком АТЗК, призначення якого полягає в вирішенні виробничих завдань щодо оптимізації роботи всього парку РС і є вже комплексним рішенням щодо моніторингу і управління ЖЦ чи окремим етапом експлуатації РС в невеликих підприємствах автомобільного транспорту.

Отже, віртуальне ПАТ включає в себе наступні інформаційні програмні комплекси «Virtual mechanic «HADI-12», «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12», «MonDiaFor

«HADI-15», «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16», які дозволяють отримувати інформацію про технічний стан ТЗ, поєднувати інформацію стосовно дорожніх, транспортних і атмосферно-кліматичних умов експлуатації ТЗ. Результати, що отримано з допомогою ІПК, дозволяють отримати значення шуканих середніх швидкостей руху ТЗ з урахуванням геозон руху, витрати палива і відносний коефіцієнт, який характеризує зміну швидкості руху і є основним орієнтиром при врахуванні умов експлуатації ТЗ. В роботі авторами показано напрям основ інтеграції системи технічної експлуатації автомобілів в інтелектуальні транспортні системи і втілення адаптивної системи технічного обслуговування і ремонту ТЗ.

Список використаної літератури

- [1] Redzyuk, A.M. (Ed.). (2005). *Road transport of Ukraine: Status, problems, development prospects*. Kyiv: State Enterprise "Derzhavtotrans NDIproekt".
- [2] Taran, I.O., Grishchenko, Ya.V., & Kucheryava, M.A. (2010). Status and prospects of passenger transportation services for the city of Dnipropetrovsk. *Scientific Bulletin of NGU*, 7-8, 135-137.

- [3] Dembitsky, V.M., Pavlyuk, V.I., & Prydyuk, V.M. (2018). *Technical operation of vehicles*. Lutsk: LNTU.
- [4] Andrusenko, S.I., & Bugaychuk, O.S. (2017). *Technology for increasing the efficiency of the production and technical base of road transport enterprises*. Kyiv: NTU.
- [5] Volkov, V.P., Volkova, T.V., Volkov, Y.V., & Hrytsuk, I.V. (2019). *Current state of road transport and prospects for the development of technical operation of vehicles*. *Technical Service of Agro-Industrial, Forestry and Transport Complexes*, 16, 77-87.
- [6] Gritsuk, I.V., Volkov, V., Mateichyk, V., & Grytsuk, Y. (2018). Information model of V2I system of the vehicle technical condition remote monitoring and control in operation conditions. *SAE Technical Paper*, 2018-01-0024. doi: 10.4271/2018-01-0024.
- [7] Volkov, V.P., Mateychik, V.P., Komov, P.B., Komov, O.B., & Hrytsuk, I.V. (2013). *Organization of technical operation of vehicles in the conditions of formation of intelligent transport systems*. *Bulletin of NTU "KhPI". Collection of scientific papers. Series: Automobile and Tractor Manufacturing*, 64(970), 36-42.
- [8] Hrytsuk, I.V., Volkov, V.P., Khudyakov, I.V., Volkova, T.V., & Kuzhel, V.P. (2022). *Operational control of the technical condition of vehicles*. Kharkiv-Kherson-Vinnytsia: "Edelweiss and K".
- [9] Krasnokutska, Z.I., Volkov, V.P., Komov, P.B., Komov, O.B., Hrytsuk, I.V., Makedonska, L.O., Komov, A.P., & Komov, Y.O. (2013). *Technical regulations of the software product "Virtual mechanic 'NADI-12'" when registering a new vehicle in it*. (Patent of Ukraine No. 47233). State Intellectual Property Service of Ukraine.
- [10] Volkov, V.P., Mateychik, V.P., Komov, P.B., Komov, O.B., & Hrytsuk, I.V. (2013). *Organization of technical operation of cars in the conditions of formation of intelligent transport systems*. *Bulletin of NTU "KhPI". Collection of scientific papers. Series: Automobile and Tractor Manufacturing*, 29(1002), 138-144.
- [11] Volkov, V.P. et al. (2014). *Technical regulations of the software product "Service Fuel Eco 'NTU-HADI-12'" during normal operation (Work of scientific and practical nature)*. (Patent of Ukraine No. 53292). State Intellectual Property Service of Ukraine.
- [12] Volkov, V.P., Hrytsuk, I.V., Hrytsuk, Yu.V., & Volkov, Yu.V. (2018). *Formation and analysis of information structural elements of the model of the system for monitoring the parameters of the technical condition of a vehicle*. *Scientific Bulletin of the Kherson State Maritime Academy*, 1(18), 136-148.
- [13] Volkov, V.P. et al. (2017). *Technical regulations and results of the information software complex (product) "IdenMonDiaOperCon 'HNADU-16'" when identifying, monitoring the parameters of the technical condition, diagnosing, identifying the operating conditions of a vehicle in the conditions of intelligent transport systems (Work of scientific and practical nature)*. (Patent of Ukraine No. 75506). State Intellectual Property Service of Ukraine.
- [14] Volkov, V.P., Hrytsuk I.V., Kuzhel V.P., Volkova T.V., & Plekhova G.A. (2022). *Status and implementation of innovative technologies in the technical operation of vehicles*. *Journal of Mechanical Engineering and Transport*, 8(1), 23-33.
- [15] Volkov, V., Gritsuk, I., Taran, I., Volkova, T., Kuzhel, V., Semenov, A., & Voznyak, O. (2024). Information systems for vehicles technical condition monitoring. In A. Semenov, I. Yepifanova & J. Kajanová (Eds.), *Data-centric business and applications. Lecture notes on data engineering and communications technologies* (Vol. 195, pp. 61-96). Cham: Springer. doi: 10.1007/978-3-031-54012-7_4.

Volodymyr Volkov

Doctor of Technical Sciences, Professor
Kharkiv National Automobile and Highway University
61002, 25 Yaroslav Mudryi Str., Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-2202-3441>

Tetiana Volkova

PhD in Technical Sciences, Associate Professor
Kharkiv National Automobile and Highway University
61002, 25 Yaroslav Mudryi Str., Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-8546-4119>

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>

Vitaliy Verkhloenchuk

Postgraduate Student
Kharkiv National Automobile and Highway University
61002, 25 Khmelnytske Shose Str., Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0003-7725-5271>

Nazar Nikiforov

Student
Vinnytsia National Technical University
21021, 95 Khmelnytske Shose Str., Vinnytsia, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0007-7901-9108>

Basics of integration of vehicle technical operation system into intelligent transport systems

Abstract. The purpose of this study was to establish foundational information technologies for managing the operational efficiency of vehicles through an Intelligent Transportation System (ITS). The study included an analysis of the current state of public road transport and the systemic challenges it faces. A virtual road transport enterprise, PJSC “KhNADU – TESA”, has been created to address production tasks in public road transport. This enterprise aims to optimize the operation of the rolling stock fleet (RS) and provides a comprehensive solution for monitoring and managing the lifecycle of operations at small road transport enterprises. It incorporates all the divisions typical of a public joint-stock company (PJSC) and offers continuous monitoring of rolling stock parameters at low operating costs. This is achieved through modern mobile wireless communication technologies and professional navigation and communication equipment. The virtual enterprise consists of several developed information and software complexes (IPC), including “Virtual Mechanic ‘HADI-12’”, “Service Fuel Eco ‘NTU-HADI-12’”, “MonDiaFor ‘HADI-15’” and “IdenMonDiaOperCon ‘HNADU-16’”. These complexes facilitate the interaction of various monitoring components, such as the operational condition of the vehicle and the driver, the on-board information system, vehicle operating conditions (including road, transport, atmospheric, and climatic conditions), and the transport and highway infrastructure. The results obtained through the IPC enable the calculation of average vehicle speeds while considering geozones, fuel consumption, and the relative coefficient of speed change. This data serves as a key guideline for determining vehicle operating conditions and adjusting the existing management and analysis systems in PJSC. Future plans include obtaining results using the IPC to provide insights into average vehicle speeds, fuel consumption, and relative speed change coefficients, which will further aid in assessing the operating conditions of specific vehicles

Keywords: car; public road transport; technical operation of cars; virtual road transport enterprise; information software complexes; intelligent transport systems