

Волков В.П.¹, Онищук В.П.², Волкова Т.В.¹, Павлюк В.І.², Левчук М.А.¹
¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет
²Луцький національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ВІРТУАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Транспортно-дорожній комплекс України живе у нових реаліях: за даними нормативної статистики, близько 83 % перевізників мають парк до трьох автомобілів, а 61 % — лише один. Утримувати власну виробничу базу з ділянками ТО, ремонту та діагностики для такого парку економічно невиправдано — але вимоги до технічного стану рухомого складу для усіх однакові.

У роботі запропоновано модель віртуального підприємства автомобільного транспорту «ХНАДУ – ТЕСА» — інформаційну надбудову, яка перебирає на себе функції технічного відділу, не вимагаючи власних виробничих площ. В основі — система супутникового моніторингу зі спеціалізованими інформаційно-програмними комплексами «Virtual mechanic «HADI-12»», «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»», «MonDiaFor «HADI-15»», «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»».

Описано трірівневу архітектуру системи: бортовий рівень (рухомий склад зі сканерами-комунікаторами і навігаційно-зв'язними приймачами), мережевий (GSM/GPRS, Internet) та серверно-аналітичний рівень (телематичний сервер з базою даних, обробка інформації, ГІС, web-доступ для клієнтів). Функції системи поділено на три групи: моніторинг — понад десяток контрольованих параметрів стану рухомого складу; управління — керування виконавчими пристроями, голосовий зв'язок з водіями, аналіз пробігу; зберігання і інтеграція — обмін даними із зовнішніми інформаційними системами.

Такий підхід дозволяє отримувати в середовищі ITS оперативну інформацію про умови експлуатації — дорожні, транспортні, атмосферно-кліматичні — та їхній вплив на технічний стан автомобіля, а тому формує основу управління життєвим циклом рухомого складу для дрібних перевізників.

Ключові слова: віртуальне підприємство автомобільного транспорту, технічна експлуатація, моніторинг рухомого складу, інформаційно-програмний комплекс, GPS/GSM, інтелектуальні транспортні системи, життєвий цикл.

ВСТУП

Транспортно-дорожній комплекс — одна з основних ланок економіки України, від ритму якої залежить і виробництво, і повсякденне життя громадян. Особливість сучасного ринку перевезень — велика частка дрібних перевізників: близько 61 % експлуатують лише один автомобіль, ще 22 % — до трьох [1]. Тобто переважна більшість парку зосереджена у невеликих підприємств автомобільного транспорту (далі — НПАТ), які за визначенням не мають ресурсів для утримання повноцінної виробничої бази з ділянками ТО, ремонту і діагностики.

При цьому вимоги до технічного стану рухомого складу — для усіх однакові. Чинні нормативи [3] не диференціюють перевізників за розміром парку. На практиці це означає, що НПАТ або порушують вимоги, або делегують ТО і ремонт на сторонні СТО — без зворотного зв'язку з виробником, без єдиного журналу обслуговування, без накопиченої статистики стану рухомого складу.

Виходом може стати віртуальне підприємство автомобільного транспорту (ПАТ) — інформаційна надбудова, яка приймає на себе функції технічного відділу для дрібних перевізників. У середовищі інтелектуальних транспортних систем (ITS) така надбудова дозволяє в реальному часі контролювати параметри рухомого складу, накопичувати статистику, формувати графіки ТО, оцінювати залишковий ресурс [4, 5]. Подібні системи активно впроваджуються — у [6] показано їх ефективність для управління технічним станом, у [7] описано окремі складові програмного забезпечення.

Проте сама концепція віртуального ПАТ як єдиної організаційної моделі, що замінює класичну структуру з виробничими підрозділами, потребує детального опрацювання — архітектури, функцій, вимог до обладнання. Саме це є предметом цієї роботи.

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Питання технічної експлуатації автомобілів у дрібних перевізників розглядалися в багатьох роботах. У монографії [1] подано загальну характеристику стану галузі автомобільного транспорту України з докладною статистикою за структурою перевізників, на яку спирається ця робота. У

навчальному посібнику [2] викладено базові принципи технічної експлуатації, проте без урахування специфіки дрібних перевізників — фокус на класичному ПАТ. Нормативно-правова база [3] регламентує вимоги до ТО і ремонту, але теж розрахована на класичну структуру з власною виробничою базою.

Концепцію CALS-технологій у транспорті розкрито в монографії [4], де показано переваги управління життєвим циклом рухомого складу через інтегровані інформаційні системи. У роботі [5] детально розглянуто інформаційні системи моніторингу технічного стану транспортних засобів — описано архітектуру збору і обробки даних, особливості каналів зв'язку, типи бортових сенсорів.

Системи моніторингу безпосередньо для експлуатації автомобілів описані у [6] — з акцентом на польові методи спостереження за станом рухомого складу. Програмно-апаратний комплекс «Віртуальний механік» зі складом окремих ППК зареєстрований авторським свідоцтвом [7]. Зарубіжні дослідження [8] показують, що інтеграція моніторингу з ERP-системами перевізника дає до 20 % зниження витрат на обслуговування.

Незважаючи на наявні розробки, у літературі недостатньо опрацьовано модель єдиного віртуального підприємства, яке об'єднувало б функції моніторингу, управління і інтеграції зі сторонніми ІС в одну організаційну одиницю — саме як заміну класичній структурі ПАТ для дрібних перевізників. Розробка такої моделі — невирішена задача, на яку зорієнтована ця стаття.

ЦІЛЬ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою роботи є розробка моделі віртуального підприємства автомобільного транспорту, яке виконує функції технічної служби для дрібних перевізників без потреби у власній виробничій базі.

Для досягнення мети сформульовано задачі:

- обґрунтувати потребу у віртуальній моделі ПАТ як альтернативи класичній структурі з виробничими підрозділами;
- розробити тривірневу архітектуру системи «ХНАДУ – ТЕСА» — бортовий, мережевий, серверний рівні;
- описати функціональні групи системи: моніторинг, управління, зберігання та інтеграція зі сторонніми ІС;
- визначити вимоги до бортового і серверного обладнання та програмного забезпечення.

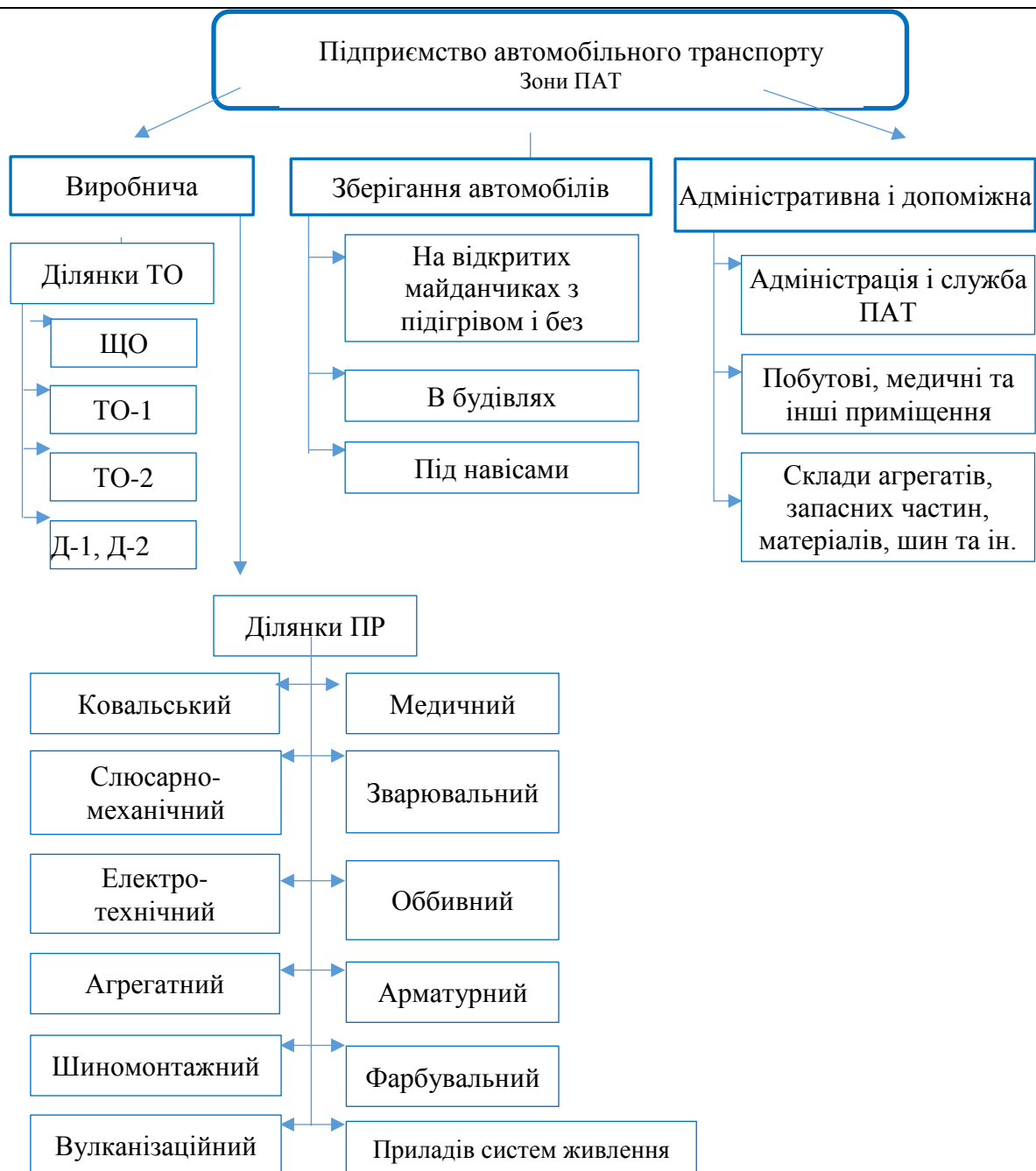


Рисунок 1 – Організаційна структура типового ПАТ

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Віртуальне ПАТ повинно мати майже усі підрозділи що і типове ПАТ і може забезпечувати безперервний моніторинг параметрів РС при невеликих експлуатаційних витратах за рахунок використання сучасних технологій мобільного бездротового зв'язку і професійного навігаційно-зв'язного обладнання [5]. Впровадження такої системи, це якісно новий рівень управління парком автомобільного транспорту загального користування (АТЗК) і невеликих підприємств автомобільного транспорту (НПАТ). Віртуальне ПАТ «ХНАДУ - ТЕСА» - має систему супутникового моніторингу РС, яка є спеціалізованим інформаційним програмним комплексом (ІПК) для контролю і управління технічною експлуатацією автомобілів (ТЕА) та комерційною експлуатацією (КЕ) в НПАТ [5]. Пропоноване віртуальне ПАТ «ХНАДУ - ТЕСА» призначене для вирішення виробничих завдань АТЗК і НПАТ по оптимізації роботи парку РС і є комплексним рішенням по моніторингу і управлінню ЖЦ етапу експлуатації РС (рис. 2).

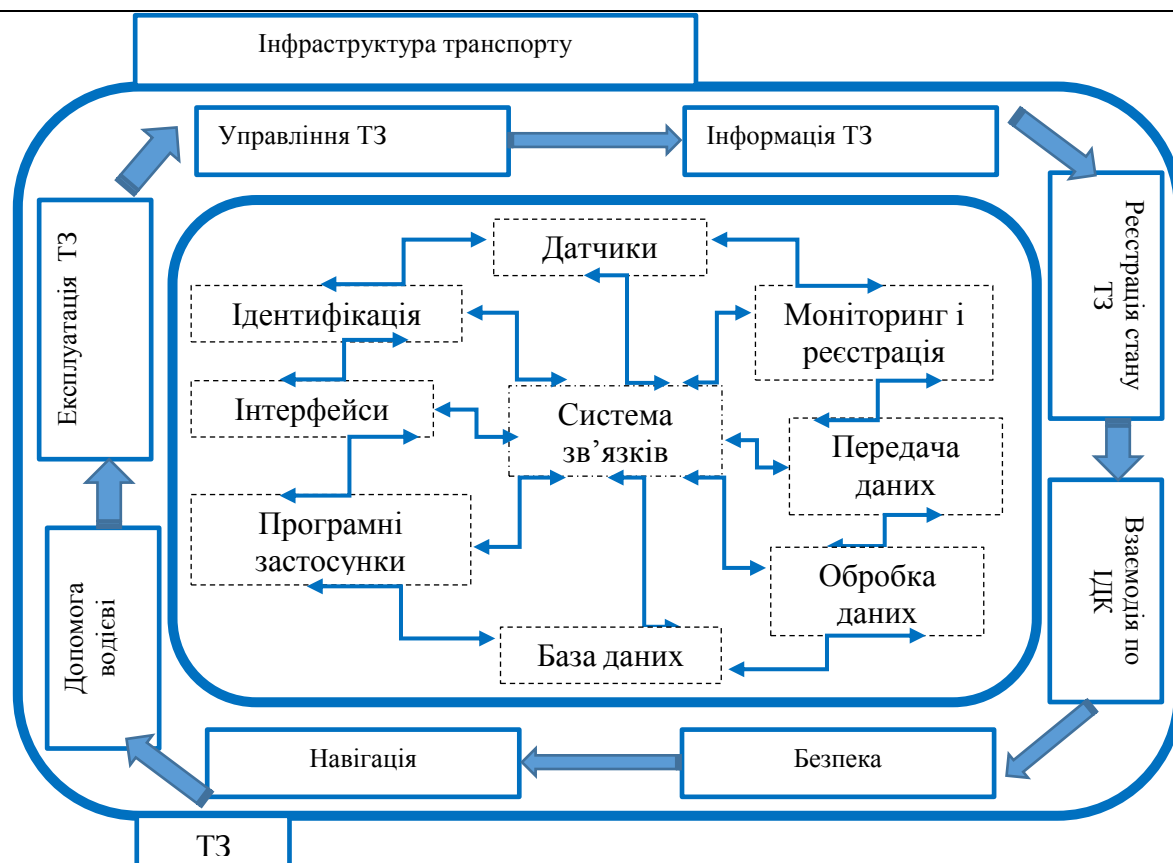


Рисунок 2 – Структурна схема транспортно-інформаційної системи моніторингу віртуального ПАТ «ХНАДУ - ТЕСА»

PC підприємств, що користуються послугами «ХНАДУ - ТЕСА», оснащується навігаційно-зв'язними і телематичними навігаторами-приймачами, які дозволяють цілодобово контролювати навігаційні і технічні параметри PC різних категорій. Весь об'єм навігаційної і технічної інформації, що отримується від спостережуваного PC, надходить на телематичний сервер, зберігається в базі даних (*MS SQL* або *Interbase*) і стає доступною в науково-диспетчерському пункті ХНАДУ, де проходить подальшу обробку за допомогою спеціально розроблених ППК «*Virtual mechanic «HADI - 12»»* «*Service Fuel Eco «NTU-HADI - 12»»*», «*MonDiaFor «HADI - 15»»*», «*IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»»* і ін. [4]. Далі інформація в «режимі блогу» сайту *khnadu.com*, стає доступна клієнтам - власникам як окремих одиниць, так і парку PC, тобто будь-якій людині, що безпосередньо координує роботу свого НПАТ, а також фахівцям-дослідникам.

Відмінною особливістю системи віртуального ПАТ «ХНАДУ - ТЕСА» є відсутність необхідності установки кожним клієнтом спеціального ПЗ, складного для звичайного сприйняття, в якому рядові системи можуть використовувати електронні векторні багатопланові карти місцевості і об'ємні масиви необхідних для прорахунків даних (від *Vin* номера автомобіля, до параметра тиску повітря у впускному колекторі двигуна). Вся інформація, піддана кваліфікованій обробці фахівцями ХНАДУ, доступна клієнтам через браузер в блозі - *khnadu.com*. У кожного клієнта є можливість побачити місцеположення і поточні характеристики, зокрема характеристики надійності, його PC через ПЗ серверної частини за адресою – *server.khnadu.com*.

В даному ППК застосовуються гнучкі налаштування і прості у використанні інтерфейси, що максимально спрощує обробку інформації і оперативне управління, дозволяє у будь-який момент сформувати необхідні графіки і звіти (у форматах *MS Office*), а також відправити інформацію до інших ІС клієнта.

При впровадженні системи в НПАТ, деякі складові можуть мінятися залежно від вимог конкретного клієнта, проте загальний принцип побудови завжди залишається незмінним.

Основні функції системи віртуального ПАТ «ХНАДУ - ТЕСА» можна умовно розділити на три групи: функції контролю (моніторингу), функції управління і функції зберігання інформації і сполучення із зовнішніми ІС.

Функції моніторингу системи віртуального ПАТ «ХНАДУ - ТЕСА» [6]:

- автоматичне визначення параметрів стану агрегатів, систем і механізмів РС, які є у вільному доступі в бортовій системі діагностування (*OBD*);
- автоматичне визначення навігаційних параметрів РС (географічні координати, швидкість руху, азимут, висота над рівнем моря);
- автоматичне визначення параметрів стану РС за показниками контрольних пристроїв телематичних навігаторів-приймачів (наявність і «якість» електроживлення в системі управління робочими процесами двигуна і ін.; стан замків (відкрит/закрит) дверей пасажирського салону (кабіни); включення систем звукової, світлової сигналізації; положення кузова самоскида; робота навісного і додаткового устаткування, температурний режим, перевищення допустимої швидкості руху; рівень рідин в ємкостях (бак, цистерна) і ін.);
- автоматична передача в НПАТ навігаційної і іншої інформації про РС через заданий інтервал часу (періодичність від 20 секунд);
- автоматична передача в НПАТ позачергових повідомлень про зміну параметрів стану РС при спрацьовуванні контрольних пристроїв або датчиків (натиснення водієм тривожної кнопки, зміна режиму роботи додаткового устаткування, тривалий простій об'єкту, вхід об'єкту в певну зону або вихід з неї);
- автоматичне занесення навігаційної інформації і інформації про стан РС в незалежну пам'ять при втраті каналів зовнішнього зв'язку, з подальшою автоматичною або за запитом відправкою записаних даних в НПАТ;
- автоматичне стеження за виконанням РС маршруту або графіка руху з подачею тривожного повідомлення при відхиленнях;
- можливість вибору окремих одиниць РС для стеження за їх переміщенням і станом в режимі реального часу;
- відображення в графічній формі місцеположення і параметрів РС на векторних електронних картах місцевості;
- відображення даних про місцеположення і стан об'єктів в текстовій формі у вигляді таблиць;
- відображення в НПАТ позачергових повідомлень про зміну стану РС у вигляді тривожних вікон з подачею відповідного сигналу.

Функції управління системи віртуального ПАТ «ХНАДУ - ТЕСА» [7]:

- формування на електронних картах місцевості контрольних зон для відстежування переміщення РС;
 - контроль і аналіз фактичного пробігу РС за певні проміжки часу;
 - передача команд диспетчера на виконавчі пристрої РС (блокування системи пуску, виключення двигуна, включення системи аварійних сигналів, виклик водія, управління додатковим обладнанням);
 - голосовий зв'язок диспетчера НПАТ з водіями РС;
 - автоматичний запис в журнал подій всіх дій, проведених диспетчером НПАТ.
- Функції системи «ХНАДУ - ТЕСА» по зберіганню інформації і інтеграції із зовнішніми ІС [7]:
- зберігання інформації в єдиній БД (*MS SQL* або *Interbase*);
 - перетворення інформації у формат, сумісний з призначеними для користувача ІС;
 - обмін даними з призначеними для користувача ІС;
 - створення БД у форматі призначених для користувача архівів.

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

- «РС» - об'єкти моніторингу (контролю);
- «мережі передачі інформації» - *GSM/GPRS, Internet* ;
- «Система обробки і зберігання інформації» - телематичний сервер.

РС - об'єкт контролю (моніторингу) в системі віртуального ПАТ «ХНАДУ - ТЕСА», оснащений навігаційно-зв'язними і прийомо-передаючими пристроями, виконаними у вигляді компактного модуля - телематичного приймача-навігатора (далі контролер сканер-комунікатор) з контрольними пристроями, а також засобами текстовою, голосовою і відео зв'язку.

Контролер сканера-комунікатора - це абонентський термінал, який служить для прийому і обробки сигналів навігаційних супутників. Він отримує дані з пристроїв контролю параметрів стану автомобіля і його елементів, забезпечує зв'язок з телематичним сервером, передає управляючі сигнали на бортові виконавчі пристрої.

В системі ПАТ «ХНАДУ - ТЕСА» використовуються сучасні серійно-вироблені сканери-комунікатори від ведучих світових постачальників обладнання зв'язку (*Globalsat, Hexun, GALILEO, Teltonika* і ін.), які проходять тестування і доопрацювання (по корпусу, обв'язуванню, внутрішній логіці) фахівцями компанії «М2М телематика» [4]. Прийомо-передаючі вузли сканерів-комунікаторів використовують мережі зв'язку стандарту *GSM*. Для функціонування системи неважливо, який виробник сканер-комунікатора, важлива наявність в пристрої саме *GSM* модуля зв'язку, оскільки система віртуального ПАТ «ХНАДУ - ТЕСА» підтримує будь-які протоколи обміну даними з використанням мережі *GSM* між РС і телематичним сервером.

Як навігаційне обладнання в сканерах-комунікаторах використовуються приймачі глобальних систем навігації *GPS*, що дозволяє з високою точністю визначати місцезнаходження і навігаційні параметри (швидкість, напрям руху, висоту над рівнем моря) РС, використовуючи сигнали навігаційних супутників.

Зараз як абонентські термінали в системі віртуального ПАТ «ХНАДУ - ТЕСА» використовуються серійно вироблені *GPS/GSM/GPRS* термінали *BN-City GX*.

Пристроями контролю параметрів стану автомобіля і його елементів, що підключаються до контролера сканера-комунікатора на борту РС, служать датчики і вимірювальні пристрої різних типів [4]:

- логічні, які здійснюють контроль числа і місць зупинок, моменту часу входу/виходу в певні зони, моменту досягнення допустимої швидкості руху, підрахунок пробіг і ін.;
- цифрові, які визначають момент відкриття дверей кузова (кабіни), момент пуску мотора, положення самоскидного кузова, стріли автокрана і ін.;
- аналогові, які визначають температуру, вагові навантаження, напругу в системі електрообладнання, рівень рідини в різних ємностях (бак, цистерна), число обертів колінчатого валу двигуна і ін.

Виконавчі пристрої підключаються до контролера сканера-комунікатора і служать для виконання автоматичних команд або команд, що подаються оператором з диспетчерського пункту віртуального ПАТ «ХНАДУ - ТЕСА». Такими пристроями можуть бути реле блокування пуску двигуна, включення систем звукової або світлової сигналізації, управління температурними режимами і ін.

Дисплей, що підключається до контролера сканера-комунікатора забезпечує можливість отримання водієм інформації в текстовій формі, а підключувана аудіо- відеогарнітура — голосовий і відеозв'язок з диспетчерськими пунктами.

Застосування технологій передачі інформації по стільникових мережах зв'язку істотно підвищує ефективність системи в цілому. При використанні абонентських терміналів з передачею зв'язку по каналах *GSM/GPRS, GSM/SMS* і *GSM* система віртуального ПАТ «ХНАДУ - ТЕСА» забезпечує доступ до всіх видів інформації, включаючи голосову, фото і відеозв'язок. Вибір оператора мережі передачі обумовлений специфікою умов використання системи і вартістю послуг, що надаються оператором. Як оператори мереж передачі інформації на території України можуть використовуватися: *MTC, КиївСтар, Life, Beeline, Utel* і ін.

Телематичним сервером є апаратний серверний блок зі встановленим на нім комплексом серверного ПЗ, підключений до мережі *Internet* з привласненим статичним *IP*-адресом. Універсальна архітектура у поєднанні з простими алгоритмами роботи і висока пропускна спроможність телематичного сервера дозволяє підключати до системи до декількох тисяч абонентських терміналів без помітного зниження швидкодії системи в цілому.

Основні функції телематичного сервера віртуального ПАТ «ХНАДУ - ТЕСА» [7]:

- встановлення з'єднань зі сканерами-комунікаторами РС і диспетчерськими пунктами;
- прийом і обробка текстових повідомлень, що надходять від користувачів системи і команд оперативного управління;
- прийом і обробка навігаційних і телематичних параметрів, що надходять від сканерів-комунікаторів і автоматичних підтверджень виконання команд оперативного управління;
- передача на диспетчерські пункти поточних і архівних навігаційних і телематичних параметрів РС;
- зберігання інформації в єдиній БД (*MS SQL* або *Interbase*);
- формування звітів за запитом з диспетчерських пунктів;
- перетворення інформації у формат, сумісний з призначеними для користувача ІС;
- обмін даними з призначеними для користувача ІС;

- створення БД у форматі призначених для користувача архівів;
- зберігання і розподіл інформації з БД електронних карт місцевості (ГІС);
- ретрансляція даних на інші сервери.

Диспетчерський пункт віртуального ПАТ «ХНАДУ - ТЕСА» представляє собою робоче місце диспетчера - механіка: робоча станція (комп'ютер) зі встановленим на ньому спеціалізованим ПЗ [4].

Робочі клієнтські персональні комп'ютери (ПК) можуть знаходитися як всередині локальної мережі підприємства, так і поза такою з підключенням через мережу *Internet*. Для тих випадків, коли потрібне тільки періодичне спостереження за роботою РС, можливе підключення до телематичного сервера спрощених версій диспетчерських пунктів з використанням *Web*-технологій. ПЗ сервера - це розробка компанії *BN™*, яке призначене для автоматизації робочого місця «наукових» диспетчерів і клієнтів віртуального ПАТ «ХНАДУ - ТЕСА». ПЗ, використовуване в побудові системи, є розробкою компанії «М2М телематика». Воно формує на екрані монітора (рис. 3) [4]:

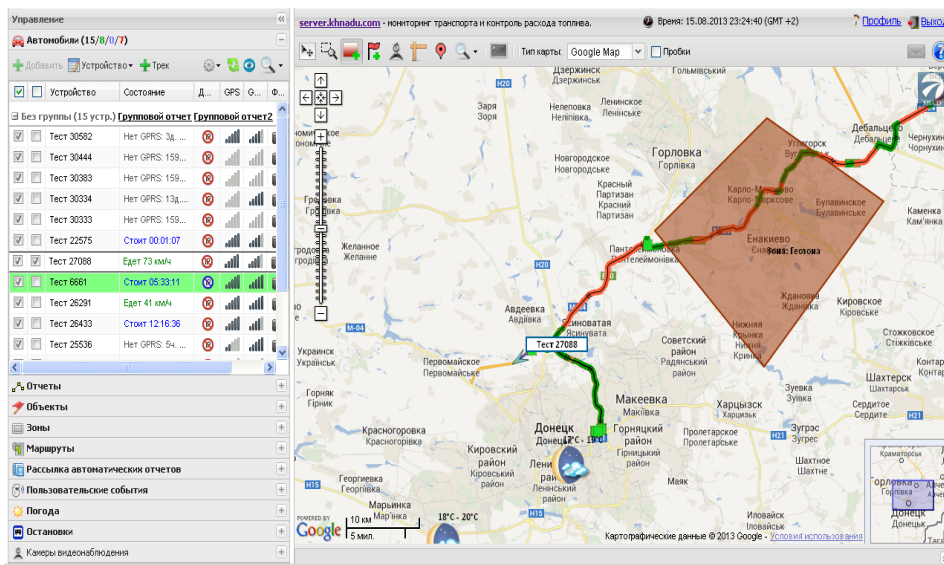


Рисунок 3 - Вид інформації монітора, що забезпечується ПЗ серверної системи віртуального ПАТ «ХНАДУ - ТЕСА»

- головне табличне вікно з картою місцевості і маршрутом в режимі стеження за об'єктом.
- верхню панель роботи з контрольними зонами (геозони).
- бічну панель управління РС.

Основні функції ПЗ *BN™*:

- контроль технічного стану РС на основі інформації, що надходить;
- відображення місцеположення РС на електронних картах місцевості;
- реєстрація планових і позапланових подій, що відбуваються;
- можливість формування маршрутних листів;
- внесення позапланових змін до маршрутів і графіків руху;
- автоматичний і візуальний контроль відповідності маршрутам і графікам руху РС;
- формування планових маршрутів, розкладів і графіків РС;
- занесення інформації про РС і персонал в БД системи;
- видача узагальненої інформації про поточний і загальний стан автопарку у вигляді звітів в стандартних форматах;

- інформування диспетчерів про зміни в маршрутах і графіках руху;
- робота з електронними картами місцевості.

Інформація про обладнання (пристрої інформаційні, гаджети, контролери, сканери-комунікатори (трекери), адаптери, систему зв'язку), а також особливості роботи алгоритмів ПЗ, що використовується для оцінки процесів експлуатації РС приведено в монографіях і статтях, які є в переліку посилань.

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Запропонована модель віртуального ПАТ принципово відрізняється від класичної структури (рис. 1) насамперед тим, що не потребує власних виробничих площ — функції технічного відділу делегуються інформаційній системі, а фактичні ТО і ремонт виконуються сторонніми СТО за рекомендаціями системи. Це дає економічну перевагу для дрібних перевізників, які складають близько 83 % ринку [1].

Порівняно з традиційними системами супутникового моніторингу [6], віртуальне ПАТ «ХНАДУ – ТЕСА» вирізняється модульною архітектурою — клієнт не встановлює спеціалізоване ПЗ, доступ до системи здійснюється через звичайний браузер (server.khnadu.com). Це зменшує поріг входу для невеликих перевізників, які зазвичай не мають у штаті ІТ-спеціалістів.

Слабке місце моделі — залежність від стабільного GSM-покриття. У сільській місцевості Західної України, де часто рухається дрібний транспорт, перерви зв'язку трапляються регулярно. Часткове рішення — автономне накопичення даних з подальшою відкладеною передачею (передбачено в архітектурі), але це не вирішує проблему оперативного контролю в реальному часі.

Друга суттєва обмеженість — необхідність уніфікованого підходу до автомобілів різних виробників і поколінь. У парку дрібного перевізника часто перебувають автомобілі віком 10+ років, для яких OBD-діагностика недоступна або працює неповноцінно. Розширення на старий парк потребує додаткових сенсорів, що збільшує вартість бортового обладнання.

Перспектива — інтеграція з державними реєстрами (Сервісний центр МВС, дані технічного огляду) для автоматичного формування графіка обов'язкових процедур, а також розширення системи на причепи й напівпричепи — для повноцінного управління автопоїздами, а не тільки одиничними автомобілями.

ВИСНОВКИ

1. Обґрунтовано необхідність віртуальної моделі ПАТ як альтернативи класичній структурі для дрібних перевізників, які складають близько 83 % ринку автомобільних перевезень України і для яких утримання власної виробничої бази економічно недоцільне.

2. Розроблено трирівневу архітектуру системи «ХНАДУ – ТЕСА»: бортовий рівень (рухомий склад зі сканерами-комунікаторами і навігаційно-зв'язними приймачами), мережевий (GSM/GPRS, Internet) і серверно-аналітичний рівень (телематичний сервер з базою даних, обробка інформації, ГІС, web-доступ для клієнтів).

3. Функції системи поділено на три групи — моніторинг, управління, зберігання та інтеграція. Розроблено перелік контрольованих параметрів стану рухомого складу та командних інтерфейсів управління.

4. Визначено вимоги до бортового обладнання (підтримка стандартів GSM, GPS, OBD), серверної частини (статична IP-адреса, MS SQL / Interbase, ГІС) і програмного забезпечення (модульність, browser-based доступ для клієнтів).

5. Запропонована модель дозволяє отримувати в середовищі ITS оперативну інформацію про умови експлуатації — дорожні, транспортні, атмосферно-кліматичні — та їхній вплив на технічний стан автомобіля, що формує основу управління життєвим циклом рухомого складу для дрібних перевізників.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку : монографія / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут ; за заг. ред. А. М. Редзюка. Київ : ДержавтотрансНДІпроект, 2005. 400 с.

2. Дембіцький В. М., Павлюк В. І., Придюк В. М. Технічна експлуатація автомобілів : навч. посібник. Луцьк : ЛНТУ, 2018. 473 с.

3. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту : Наказ Міністерства транспорту України від 30.03.1998 № 102, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 28.04.1998 за № 268/2708.

4. Інжиніринг систем контролю і управління технічним станом автомобілів : монографія / В. П. Волков, І. А. Мармут, Т. В. Волкова, В. В. Верхломчук. Харків : ХНАДУ, 2025. 326 с.

5. Volkov V., Gritsuk I., Taran I. Information Systems for Vehicle Technical Condition Monitoring. Modern Trends in Financial and Innovation Data Processes 2023 (Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol. 1). Springer, 2024. P. 61–96.

6. Мигаль В. Д., Шевченко І. О., Шуляк М. Л. Системи моніторингу ефективної експлуатації автомобілів : навч. посібник. Харків : ДБТУ ; Майдан, 2023. 288 с.

7. Технічний регламент програмного продукту «Віртуальний механік «HADI-12»» при звичайній роботі : твір наукового характеру / В. П. Волков, П. Б. Комов, О. Б. Комов та ін. Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 47230 від 15.01.2013.

8. Vlachos I., Pascuzzi R. M., Zobolas G., Repoussis P., Giannakis M. Lean manufacturing systems in the area of Industry 4.0: A lean automation plan of AGVs/IoT integration. *Production Planning & Control*. 2023. Vol. 34, No. 4. P. 345–358. DOI: 10.1080/09537287.2021.1917720.

REFERENCES

1. Redziuk, A. M. (Ed.). (2005). *Avtomobilnyi transport Ukrainy: stan, problemy, perspektyvy rozvytku* [Motor transport of Ukraine: state, problems, prospects of development]: Monograph. Kyiv: DerzhavtotransNDIproekt.

2. Dembitskiy, V. M., Pavliuk, V. I., & Prydiuk, V. M. (2018). *Tekhnichna ekspluatatsiia avtomobiliv* [Technical operation of automobiles]: Textbook. Lutsk: LNTU.

3. Polozhennia pro tekhnichne obsluhovuvannia i remont dorozhnikh transportnykh zasobiv avtomobilnoho transportu [Regulations on technical maintenance and repair of road transport vehicles] (Order of the Ministry of Transport of Ukraine No. 102 of 30.03.1998, registered in the Ministry of Justice of Ukraine on 28.04.1998 under No. 268/2708).

4. Volkov, V. P., Marmut, I. A., Volkova, T. V., & Verkhloshchuk, V. V. (2025). *Inzhynirynh system kontroliu i upravlinnia tekhnichnym stanom avtomobiliv* [Engineering of automobile technical condition control and management systems]: Monograph. Kharkiv: KhNAHU.

5. Volkov, V., Gritsuk, I., & Taran, I. (2024). Information Systems for Vehicle Technical Condition Monitoring. In *Modern Trends in Financial and Innovation Data Processes 2023* (Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Vol. 1, pp. 61–96). Cham: Springer.

6. Myhal, V. D., Shevchenko, I. O., & Shuliak, M. L. (2023). *Systemy monitorynhu efektyvnoi ekspluatatsii avtomobiliv* [Systems for monitoring efficient operation of automobiles]: Textbook. Kharkiv: DBTU; Maidan.

7. Volkov, V. P., Komov, P. B., Komov, O. B., et al. (2013). *Tekhnichniy rehlement prohramnoho produktu "Virtualnyi mekhanik «HADI-12»" pry zvychainii roboti* [Technical regulations of the software product "Virtual Mechanic «HADI-12»" in regular operation] (Certificate of copyright registration No. 47230, dated 15.01.2013).

8. Vlachos, I., Pascuzzi, R. M., Zobolas, G., Repoussis, P., & Giannakis, M. (2023). Lean manufacturing systems in the area of Industry 4.0: A lean automation plan of AGVs/IoT integration. *Production Planning & Control*, 34(4), 345–358. <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1917720>

V. P. Volkov, V. P. Onyshchuk, T. V. Volkova, M. A. Levchuk, V. I. Pavliuk. Aspects of designing a virtual motor transport enterprise

The transport sector of Ukraine is dominated by small operators: about 83 % of carriers have fleets of one to three vehicles, and 61 % own a single vehicle. Maintaining a full-scale operating base — service bays, repair workshops, diagnostics — is not economically feasible for such operators, yet the technical standards for vehicle condition apply to them equally.

This paper proposes a model of a virtual motor transport enterprise — an information layer that performs the technical-service functions traditionally carried out by an in-house department, without requiring physical production facilities. The model is implemented as the KhNAHU–TESA system, built around satellite monitoring of rolling stock and integrated with specialised software complexes (Virtual mechanic «HADI-12», Service Fuel Eco «NTU-HADI-12», MonDiaFor «HADI-15», IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»).

The system has a three-tier architecture: an onboard layer (vehicles fitted with scanner-communicators and GPS/GSM receivers), a network layer (GSM/GPRS, Internet) and an analytical server layer (telematics server, MS SQL/Interbase database, GIS, browser-based access for clients). System functions fall into three groups: monitoring (real-time tracking of vehicle status, navigation parameters, fuel consumption, alarms), control (dispatcher commands, voice communication, route compliance) and information storage with integration into third-party systems.

The approach lets small carriers access ITS-grade fleet management while avoiding capital investment in physical infrastructure, and supplies researchers with continuous operational data on the influence of road, traffic and climatic conditions on vehicle technical condition.

Key words: virtual motor transport enterprise; technical operation; vehicle monitoring; rolling stock; GPS/GSM; intelligent transport systems; fleet management; vehicle life cycle.

ВОЛКОВ Володимир Петрович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, e-mail: volf-949@ukr.net.

ОНИЩУК Василь Петрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: v.onyshchuk@lntu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-5316-408X>.

ВОЛКОВА Тетяна Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, e-mail: wolf949@ukr.net.

ПАВЛЮК Василь Іванович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: v.pavliuk@lutsk-ntu.com.ua, <https://orcid.org/0000-0002-0678-3566>.

ЛЕВЧУК Максим Анатолійович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: Levchuk.max@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-3736-7465>.

Volodymyr VOLKOV, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technical Operation and Service of Automobiles, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, e-mail: volf-949@ukr.net.

Vasyl ONYSHCHUK, PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Lutsk National Technical University, e-mail: v.onyshchuk@lntu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-5316-408X>.

Tetiana VOLKOVA, PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Transport Technologies, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, e-mail: wolf949@ukr.net.

Vasyl PAVLIUK, PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Lutsk National Technical University, e-mail: v.pavliuk@lutsk-ntu.com.ua, <https://orcid.org/0000-0002-0678-3566>.

Maksym LEVCHUK, PhD student, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: Levchuk.max@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-3736-7465>.

Дата надходження статті до видання: 25.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 19.04.2026

<https://doi.org/10.36910/ke19t134>