

**В. П. Волков<sup>1</sup>**  
**І. В. Грицук<sup>2</sup>**  
**В. П. Кужель<sup>3</sup>**  
**Т. В. Волкова<sup>1</sup>**  
**Г. А. Плехова<sup>1</sup>**

## УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ОЦІНКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

<sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет

<sup>2</sup>Херсонська державна морська академія

<sup>3</sup>Вінницький національний технічний університет

Метою проведеного дослідження є удосконалення методу оцінки роботи програмного забезпечення контролю параметрів транспортних засобів. Наведено, що новим прийомом для автомобільного транспорту у сфері контролю його роботоздатного стану є створення сучасних інформаційних систем, призначення яких – організаційно-функціональна підтримка процесів експлуатації рухомого складу (РС) за допомогою інформаційної інтеграції, а саме стадій життєвого циклу рухомого складу та систем його технічного контролю і діагностування. Показано, що на сьогодні на автомобільному транспорті основою інформаційного супроводження життєвого циклу можна прийняти CALS або ІПВ / CALS / P1LM – технології (безперервна підтримка життєвого циклу транспортних засобів), які іноді називають системами інформаційної підтримки виробів і які є часткою інтелектуальних транспортних систем. Виконано аналіз та уточнення структури інтелектуальної системи моніторингу транспортних засобів на прикладі оцінки його екологічної безпеки і параметрів його двигуна. В роботі також заплановано отримання експериментальних даних від ТЗ, результати обробки яких дають змогу довести наявність на сучасному АТ реальної можливості використання діагностичного комплексу. Зазначимо, що система моніторингу показників екологічної безпеки ТЗ, яка запропонована авторами, містить також у своєму складі саме підсистему інтелектуальної обробки первинної інформації, яку можна використовувати саме як інтелектуальну систему моніторингу (ІСМ). Одержані і проаналізовані в роботі дані також свідчать про необхідність поліпшення ефективності нейтралізації шкідливих речовин у режимі прогріву двигуна, що можна реалізувати через зменшення часу прогріву двигуна та більш ефективного керування процесом впорскування / запалювання в перехідних режимах, а також запровадженням удосконалення алгоритму роботи підсистеми контролю складу суміші саме зі зворотним зв'язком.

Експериментально отримано основні діагностичні параметри двигуна ТЗ у процесах пуску і прогріву, які впливають на склад шкідливих речовин у відпрацьованих газах. Запропонована схема моніторингу забруднення придорожного середовища транспортними потоками у місті.

**Ключові слова:** транспортний засіб, технічна експлуатація автомобілів, життєвий цикл, інформаційна підтримка виробів, інтелектуальні транспортні системи, екологічна безпека, моніторинг технічного стану.

### Вступ

Технічна експлуатація автомобілів (ТЕА), як відомо, за визначенням [1] – це одна з найважливіших підсистем автомобільного транспорту (АТ), яка являє собою комплекс організаційних і технічних заходів для забезпечення підтримки роботоздатності транспортних засобів (ТЗ). Від якості та ефективності ТЕА прямо або побічно залежить до 50 % собівартості перевезень.

Найважливішим завданням ТЕА є правильний вибір системи технічного обслуговування (ТО) і ремонту (Р) РС, яку регулює комплекс взаємопов'язаних положень і норм, що, власне, і визначають порядок, організацію, зміст та основні нормативи проведення робіт із забезпечення роботоздатності парку ТЗ. Сутність цієї системи полягає в тому, що технічне обслуговування ТЗ виконується профілактично, здійснюється заплановано, а ремонт – за потребою. Недоліком наявної системи ТО і Р є те, що вона сформувалася на базі спрощеної моделі функціонування транспортної інфраструктури, коли ТЗ переважно працював виключно з прив'язкою до власного підприємства. Водночас вся ремонтно-обслуговуюча база мала бути зосереджена виключно в рамках конкретного підприємства автомобільного транспорту (ПАТ) і всі види ТО і Р здійснювалися на цьому підприємстві. У нинішньої системи ТО і Р наразі наявна так звана «негнучкість» саме в частині забезпечення безвідмовної роботи ТЗ на лінії, що може проявлятися в одноманітному підході до різних за віком і марками автомобілів:

оскільки перелік операцій і періодичність ТО за нормами ідентичні як для нового автомобіля, так і того, який вже експлуатується, перед відновлювальним ремонтом чи списанням.

З огляду на застосування на ТЗ складних високоефективних електронних систем управління, вбудованого бортового діагностування, розвитку як супутникових систем навігації, так і мобільного зв'язку, впровадження сучасних інформаційних технологій дає змогу не тільки контролювати географічне положення ТЗ у просторі і здійснювати зв'язок із диспетчером ПАТ, але і виконувати дистанційний моніторинг (діагностику систем) з оцінкою рівня технічного стану ТЗ, що повністю дає змогу реалізувати практично будь-які задачі оцінки технічного стану та його прогнозування.

Новим прийомом для АТ у сфері контролю роботоздатного стану ТЗ є створення інформаційних систем організаційно-функціональної підтримки процесів експлуатації рухомого складу (РС) із використанням інформаційної інтеграції як стадій життєвого циклу (ЖЦ) РС, так і систем його технічного контролю, діагностування [2]. Вибір і реалізація організацією конкретних форм і способів проходження стадій ЖЦ здійснюється на основі аналізу технологічних, організаційних, фінансових та інших можливостей організації, природи і складності системи і має на меті усунення суперечностей між стратегією здійснення ділової політики і стратегією зменшення ризиків безпеки, екологічних, соціальних, технологічних та інших ризиків.

Наразі на АТ основою інформаційного супроводження ЖЦ можливо прийняти CALS-технології, що розшифровують як Continuous Acquisition and Life Circle Support (безперервна підтримка ЖЦвиробів), які іноді називають системами інформаційної підтримки виробів (ІПВ). Концепція CALS власне визначає набір як правил, так і регламентів та стандартів, на яких і будується постійна електронна взаємодія як учасників процесів проектування, так і виробництва, випробування тощо на базі створеного інформаційного простору. Застосування CALS-технологій на сьогодні дає змогу підприємствам, виробникам максимально мінімізувати витрати на всіх етапах ЖЦ виробів, підвищувати їхню якість і, звісно, конкурентоспроможність та бути активними учасниками ринку [2].

Використання «телематики» (сучасні досягнення в інформаційних технологіях і засобах зв'язку) у керуванні транспортними системами дає змогу суттєво покращити (тобто підвищити) ефективність та якість їх роботи. Тому транспортні системи побудовані на основі телематики, тобто з використанням автоматизованих систем керування, одержали на сьогоднішній день в усьому світі власну назву – «інтелектуальні транспортні системи» (ITS).

Сьогодні сфера просування ITS у світовій практиці досить різноманітна і варіюється від вирішення проблем громадського транспорту до суттєвого підвищення безпеки дорожнього руху та зменшення / ліквідації заторів у транспортних мережах, підвищення продуктивності в межах ланок інтермодальної транспортної системи (включно з автомобільним, залізничним, повітряним і морським транспортом) аж до вирішення екологічних та енергетичних проблем. Зазначимо, що у сучасних програмах ITS вже реалізується функція передачі інформації і здійснення дистанційного моніторингу за низкою технічних параметрів рухомого складу (РС), за одержаною інформацією як з бортових датчиків, так і з бортових комп'ютерів, які можуть виступати контролером електронної системи керування робочими процесами різноманітних вузлів, агрегатів і систем ТЗ. За такої умови основні технічні складові тут – це засоби телематики, що орієнтовані на одержання і передавання інформації для вирішення завдань, які пов'язані з організацією так званого дистанційного діагностування технічного стану РС [3]. У результаті на АТ, згідно з даними аналізу завдяки впровадженню програм ITS, вже є вагомими передумови для реалізації системи FRACAS (Failure Reporting Analysis and Corrective Actions System), яка забезпечується, по-перше, чіткою реєстрацією параметрів РС та можливістю попередження низки раптових відмов, а по-друге, – це запровадження аналізу і коригувальних дій, які спрямовані на те, щоб скоротити час простою РС та підвищити його безпеку і забезпечити зручність виконання всього транспортного процесу. Тому потрібно створити науково обґрунтований комплекс відповідних заходів, і насамперед модель цього комплексу, яка відобразить суть спільного функціонування ІПВ / CALS / PLM – технологій і програм ITS, що представляють на АТ сучасні інформаційні системи (ІС). Це потрібно саме для ефективного використання оперативних можливостей технічних засобів телематики ITS у роз'язанні завдань моніторингу РС і ТЕА. Концепція ІПВ / CALS / PLM [4] визначає набір правил, регламентів, стандартів, з якими будується інформаційна електронна взаємодія учасників процесів проектування, виробництва й експлуатації виробів. Насамперед це наявність двох технологій керування: технологія керування ЖЦ виробу PLM, де інформація про об'єкт є виключно цифровим макетом цього об'єкта, а ціль полягає у підвищенні ефективності керування інформацією із застосуванням доступних даних про виріб, які необхідні для всіх інформаційних процесів ЖЦ; існує технологія керування даними про виріб (Product Data Management – PDM), або так звана

«організаційно-технічна система», яка забезпечує керування всією інформацією, що і є невід'ємною частиною PLM-системи.

Прикладом може бути програма Torque [5], яка лежить в основі «автомобільної» концепції FADEC і є першим кроком до системи FRACAS і, відповідно, ІПВ / CALS / PLM-технологій, мета яких полягає в отриманні, збереженні і відображенні діагностичної інформації з бортової системи самодіагностики. Тому метою проведеного дослідження є удосконалення методу оцінки роботи програмного забезпечення контролю параметрів транспортних засобів.

### Аналіз і уточнення структури інтелектуальної системи моніторингу транспортних засобів

Аналіз і уточнення структури інтелектуальної системи моніторингу ТЗ виконано на прикладі оцінки його екологічної безпеки і параметрів двигуна [6, 7, 8].

На сьогодні неповною мірою вирішена задача, яка полягає у формуванні і наповненні баз даних саме показників екологічної безпеки ТЗ протягом усього життєвого циклу (ЖЦ), саме на стадії ще експлуатації, без якої, зрозуміло, суттєво ускладнюється правильна оцінка рівня як інгредієнтного, так і параметричного забруднення шкідливими речовинами узбіччя і придорожного середовища транспортних потоків (ТП), що зводить нанівещь ефективне управління саме екологічною безпекою ТЗ і ТП.

Для забезпечення якісного управління екологічною безпекою ТЗ потрібно мати кількісну оцінку параметрів процесів ЖЦ [6]. ЖЦ ТЗ на стадії ще експлуатації (рис. 1) складається з таких одиночних процесів: використання як палив, так і експлуатаційних матеріалів, експлуатація ТЗ, підтримка працездатності ТЗ завдяки ТО і Р, переробка й утилізація відходів. З іншого боку для забезпечення окремих процесів ЖЦ необхідні додатково як витратні матеріали, так і, звісно, енергія. Внаслідок діяльності накопичуються викиди та відходи, які потрібно мати можливість якісно і безпечно утилізувати. Кожен одиночний процес сам собою, звісно, забезпечує результатами інший одиночний процес. Це потрібно для отримання вже кінцевого результату транспортної діяльності, яка полягає у здійсненні транспортної роботи з переміщення вантажів та пасажирів.

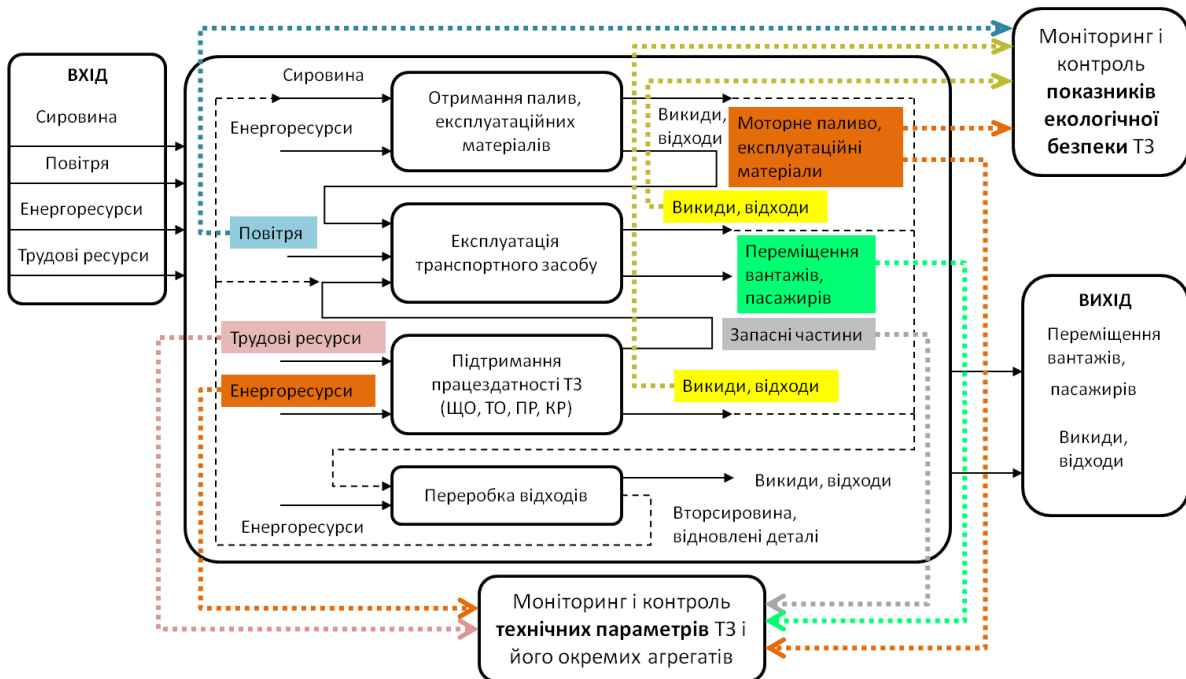


Рис. 1. Моніторинг і контроль параметрів ТЗ у життєвому циклі на стадії експлуатації

Аналіз ЖЦ ТЗ, зокрема його основного циклу (життя), забезпечується стадіями експлуатації, що свідчить про необхідність для ефективного управління виробничою і технічною експлуатацією ТЗ та його екологічною безпекою забезпечення оптимального співвідношення як вхідних, так і вихідних показників цих процесів протягом всього ЖЦ, а саме: обсяги спожитого повітря, палива, експлуатаційних матеріалів, запасних частин, трудових та енергетичних ресурсів, виконана транспортна робота й утворені відходи. Щоб досягнути такої мети, потрібно безперервно здійснювати моніторинг і контроль технічних параметрів ТЗ, його агрегатів протягом їх ЖЦ, усіх показників їхньої екологічної безпеки.

Зазначимо, що наявність і можливість отримання, накопичення й обробки інформації про параметри одиночних процесів ЖЦ ТЗ, тобто забезпечення процесу моніторингу ТЗ, залишається важливим фактором, який необхідний для управління екологічною безпекою ТЗ. Процес моніторингу загалом достатньо складний, а реалізація його, особливо в сучасних умовах, створює суттєву проблему, від вирішення якої залежить подолання екологічних проблем транспорту, саме тому моніторинг ТЗ необхідно здійснювати з урахуванням процесів моніторингу окремих одиночних процесів.

Основним і досить тривалим одиночним процесом життєвого циклу ТЗ є саме експлуатація ТЗ, коли найбільше споживаються паливно-енергетичні ресурси, викидаються у великій кількості шкідливі речовини. Також відбувається споживання моторних палив, йде використання експлуатаційних матеріалів, запасних частин, повітря, як наслідок – утворення викидів шкідливих речовин, відходів від виконання транспортної роботи (рис. 1) – в одиночному процесі експлуатації ТЗ

У сучасних умовах є можливість моніторити інформацію про всі параметри процесу експлуатації завдяки реалізації сучасної концепції «smart car», тобто «розумний автомобіль» [7]. ТЗ «smart car» обов'язково повинні мати у своїй конструкції електронні блоки керування (ЕБК) окремими агрегатами, які можуть бути об'єднані в єдину систему керування за допомогою бортової мережі CAN-шини. До основних функцій ЕБК агрегатами належать функції визначення оптимальних керуючих впливів на основі інформації стосовно параметрів робочих процесів агрегатів і зовнішніх умов, що надходить до ЕБК з відповідних датчиків (вимірювальних) бортової системи керування ТЗ (електронної). Водночас вся інформація, що передається між ЕБК і агрегатами ТЗ в CAN-шині, може бути зчитана за допомогою спеціального пристрою – перетворювача стандартів цифрових сигналів. Як зазначено вище, в сучасних умовах фактично відсутня альтернатива інформації, що може бути отримана від ЕБК. Тому на підсистему обробки й аналізу первинної інформації покладається важлива функція – «інтелектуальна обробка первинної інформації».

Саме як «інтелектуальна система моніторингу» (ИСМ), яка працює в середовищі інтелектуальних транспортних систем (ITS) [2, 4], може бути визначена сама система моніторингу показників екологічної безпеки ТЗ, яка містить у своєму складі підсистему інтелектуальної обробки первинної інформації. Враховуючи призначення та мету використання інтелектуальних систем моніторингу транспорту, на основі методів системного аналізу, в загальному випадку, в сучасній інтелектуальній системі моніторингу слід виділити такі підсистеми (рис. 2): отримання інформації; обробки й аналізу інформації; прогнозування; прийняття рішень.

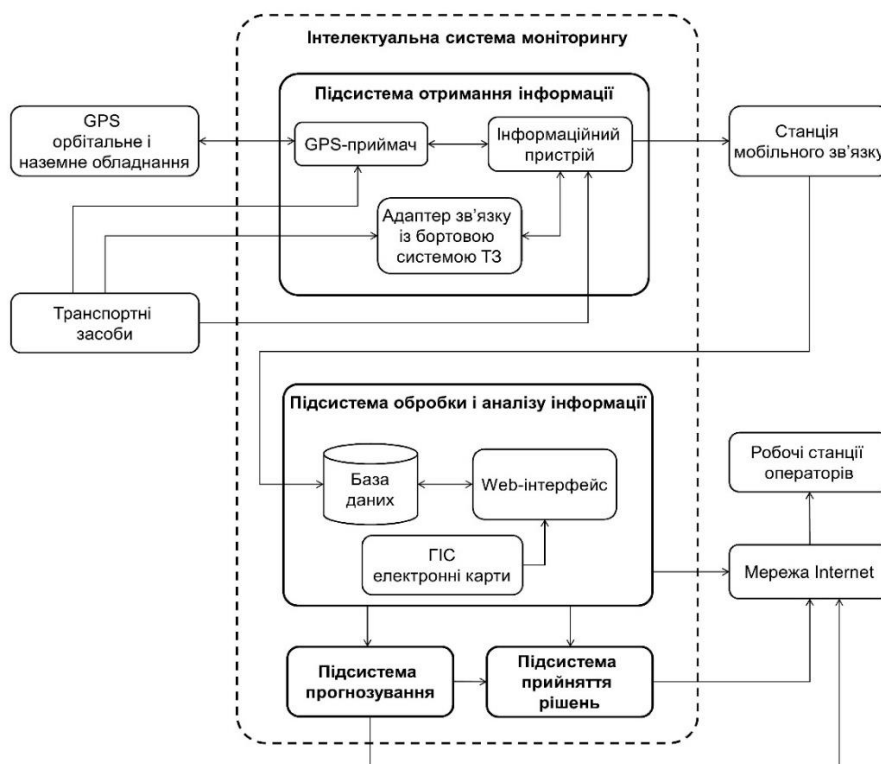


Рис. 2. Структура інтелектуальної системи моніторингу транспорту

Вхідною інформацією для системи моніторингу здебільшого є дані як про місце знаходження, так і про швидкість руху ТЗ, а також інформація про параметри робочих процесів його окремих агрегатів та

їх можливі технічні несправності, зчитана з ЕБК. Саме за допомогою приймача супутникових навігаційних систем (наприклад, GPS-приймача) підсистема отримання інформації і здійснює збір відповідної інформації. Безпосередній обмін даними в режимі «запит–відповідь» із конкретними системами навігації або обладнанням ТЗ виконує мобільний пристрій (наприклад, смартфон, планшет тощо) за допомогою розробленого програмного забезпечення (ПЗ). Отримана інформація далі передається з використанням станцій мобільного зв'язку до підсистеми обробки й аналізу інформації. Слід зауважити, що особливістю розглянутого варіанту функціонування підсистеми отримання інформації інтелектуальної системи моніторингу є наявність у конструкції об'єкта моніторингу ЕБК окремими агрегатами, об'єднаними за допомогою бортової мережі CAN в єдину систему керування. Наявність бортової мережі CAN робить можливим ідентифікацію ТЗ у системі моніторингу, а також отримання технічної інформації практично про будь-який агрегат ТЗ у будь-який момент його руху. На сьогоднішній день переважна більшість ТЗ, що перебувають в експлуатації, обладнана бортовою мережею CAN, а їх кількість має тенденцію до збільшення.

Наступна підсистема обробки й аналізу інформації здійснює також попередню обробку отриманої інформації про ТЗ та її аналіз. Уже накопичена й оброблена інформація зберігається в закритій базі даних, доступ до якої можливий через Web-інтерфейс, на основі інформації з бази даних проводиться прогнозування технічних або екологічних показників ТЗ і ТП та формуються ефективні технічні рішення для поліпшення цих показників. Одержані в інтелектуальній системі моніторингу (ІСМ) показники будуть постійно в доступі через мережу Internet для авторизованих користувачів, наприклад, диспетчерам, механікам ПАТ, які використовують отримані дані для поліпшення експлуатаційних показників ТЗ, екологічної безпеки ТЗ і ТП, аналізують стан придорожного середовища тощо. Трирівнева структура функціонування (ієрархічна) показників екологічної безпеки ТЗ на стадії експлуатації показана на рисунку 3, де перший рівень функціонування ІСМ – це реалізація алгоритму моніторингу показників екологічної безпеки ТЗ в загальному вигляді для отримання первинної інформації від ЕБК стосовно параметрів робочих процесів агрегатів, а одержані результати можуть використовуватися для прогнозування саме екологічної безпеки ТЗ в умовах експлуатації. Другий рівень функціонування ІСМ детально описує окремі етапи першого рівня, тобто процеси отримання інформації від ЕБК, її обробку й аналіз. Третій рівень функціонування ІСМ описує вже загальний процес обробки й аналізу інформації ЕБК відповідною підсистемою ІСМ. На основі запропонованої ієрархічної структури здійснено удосконалення роботи програмного забезпечення за допомогою ПК «Service Fuel Eco „NTU-HADI-12”» [10] і «MonDiaFor „HADI-15”» [11].

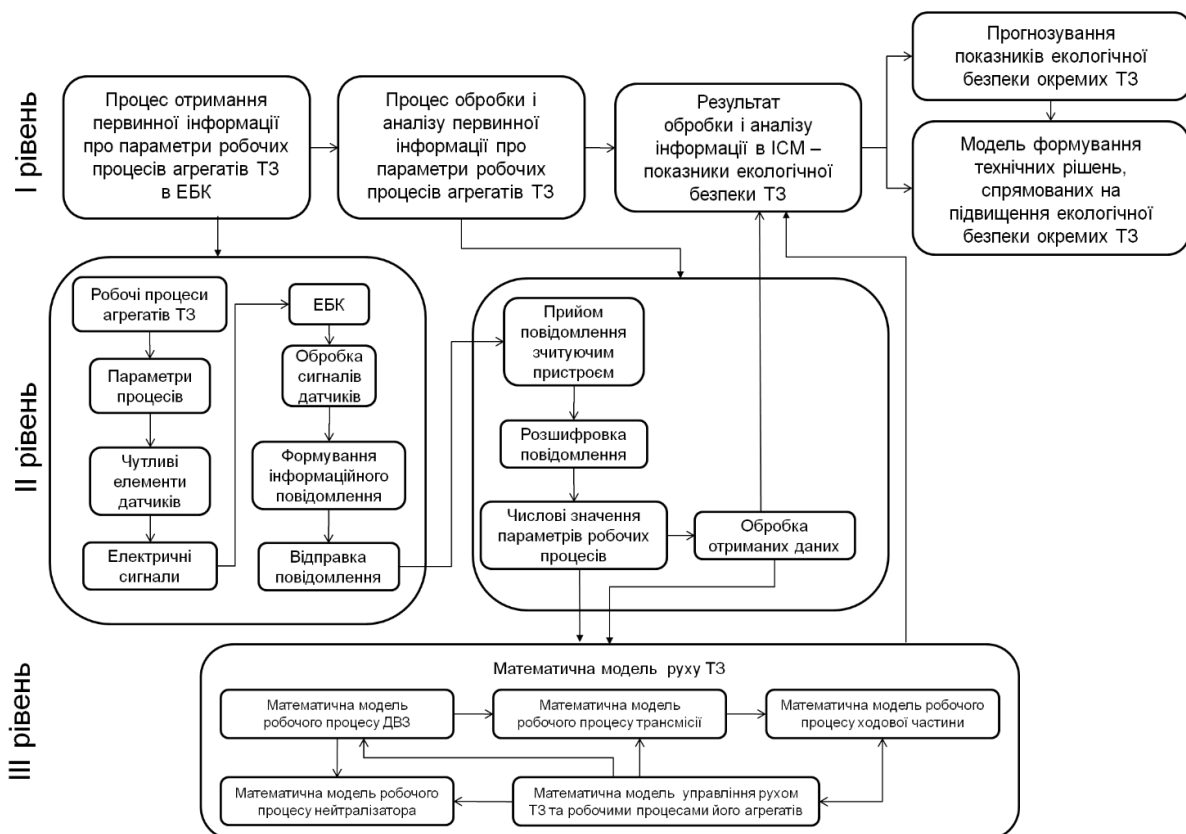


Рис. 3. Трирівнева структура функціонування (ієрархічна) показників екологічної безпеки ТЗ на стадії експлуатації

## Результати перевірки роботи удосконалених інформаційно-програмних комплексів «Service Fuel Eco „NTU-HADI-12”» і «MonDiaFor „HADI-15”»

ПК «Service Fuel Eco „NTU-HADI-12”» і «MonDiaFor „HADI-15”», які розроблені раніше, призначено для моніторингу, діагностування і прогнозування параметрів технічного стану ТЗ в умовах ITS [10, 11], удосконалено для оцінки показників його екологічної безпеки. Під час роботи програмних комплексів повинні бути підключені відповідні програмні продукти та онлайн-сервіси, в яких створюються відповідні акаунти для реєстрації і звернення користувача, при виконанні трекінгу і моніторингу двигуна і ТЗ у часі і просторі, а саме [7, 12]:

- Torque;
- GPS-Trace Orange; GPS-Trace (<https://gps-trace.com/en>);
- ХНАДУ ТЕСА (<https://af.khadi.kharkov.ua/chairs/tekhnichnoji-ekspluataciji-ta-servisuv-avtomobiliv-im-govorushchenka-mja/>).

Основні функціональні можливості ПЗ представлені в [7, 12, 15–17]. На рисунках 4 і 5 представлено окремі робочі вікна моніторингу ТЗ. Наприклад, на рисунку 4 приведено робоче вікно про результати вимірів траєкторії переміщень ТЗ, а на рисунку 5 – скрін робочого вікна Torque, що відображає поточні параметри роботи двигуна ТЗ, інших систем, вузлів і агрегатів, розшифровані «коди помилок» ЕБК ТЗ та весь маршрут руху ТЗ на карті за встановлений період в інтегрованому електронному інформаційному метасторі.

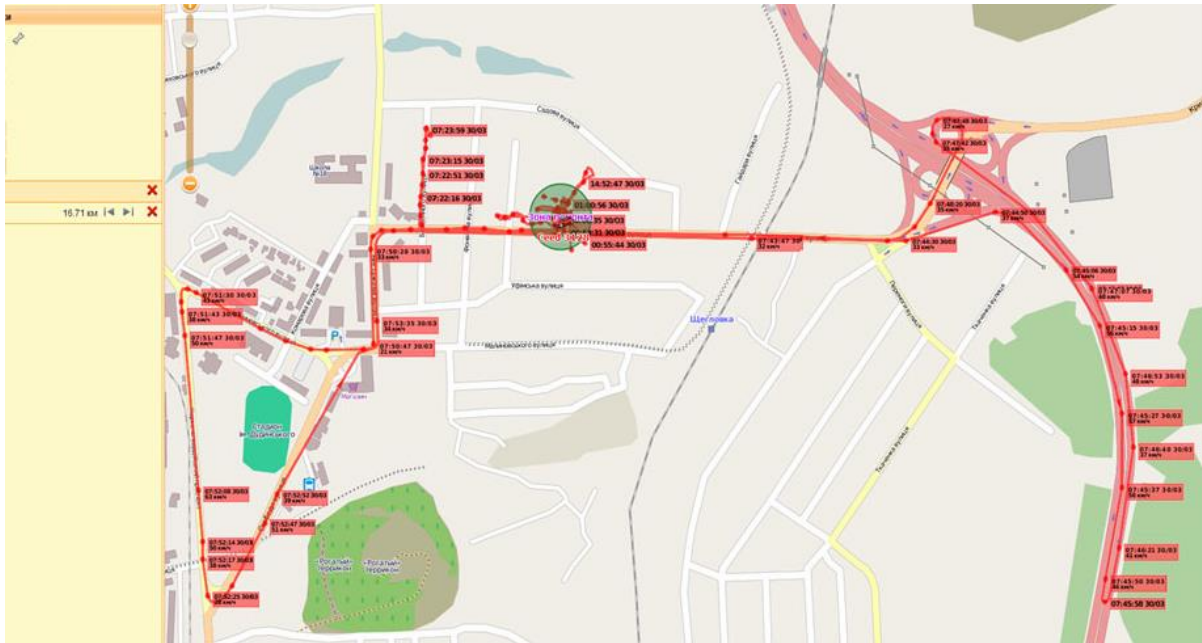


Рис. 4. Інтерфейс програми обробки і виведення інформації про результати вимірювань траєкторії переміщень ТЗ за відповідний період часу

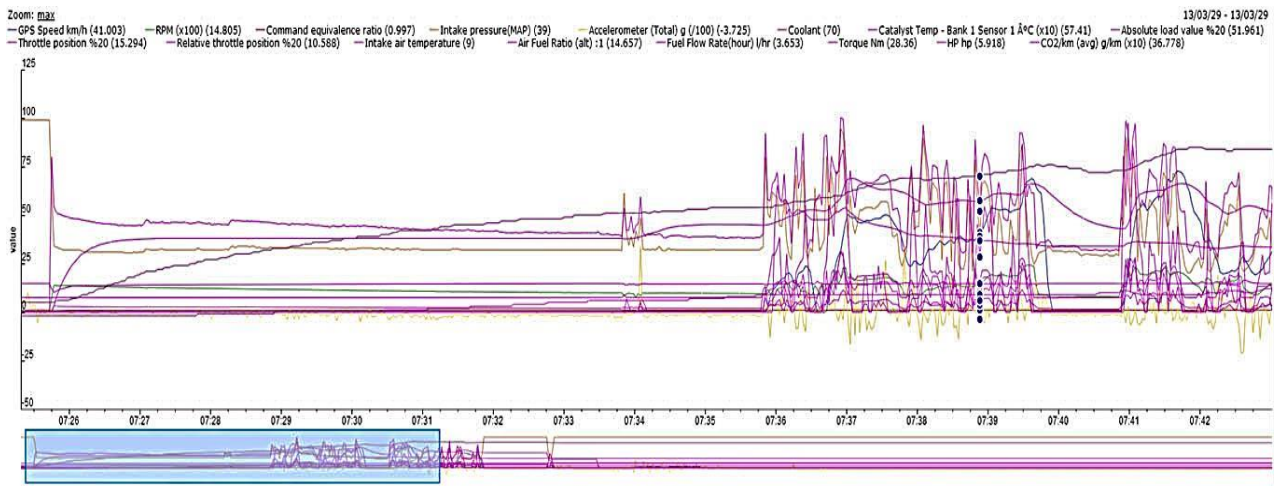


Рис. 5. Інтерфейс програми обробки і виведення інформації про основні параметри роботи двигуна і ТЗ

Результати практичного застосування удосконаленого програмного забезпечення представлені в [7, 8, 13, 14], де наведено натурні і стендові дослідження складних теплових процесів сучасних двигунів внутрішнього згорання. В результаті і водій ТЗ, і діагност (сервіс) мають обширну інформацію про параметри експлуатації ТЗ, що в реальному часі може бути представлена в різному вигляді (графіки, показники приладів або цифрових даних). Особливо доречно сумісно відображати графіки параметрів, які моніторяться, і географічну карту, що дає змогу побачити не тільки числову зміну того або іншого параметра, але і точне місце (відповідно, час, умови) виникнення, наприклад, пікового значення конкретного параметра (див. рис. 4, 5).

При дослідженні за допомогою бортового інформаційного діагностичного комплексу (ІДК) в режимі онлайн від ТЗ одночасно були отримані 32 осцилограми зміни діагностичних параметрів (рис. 5), які дали змогу здійснити моніторинг основних робочих процесів енергосилового агрегату ТЗ. Унаслідок виконаного аналізу серед цих параметрів були виділені параметри процесів пуску і прогріву ДВЗ (рис. 6). Результат обробки експериментальних даних, отриманих від ТЗ на основі розробленого ІДК, показав наявність на сучасному АТ реальної можливості використання діагностичного комплексу в структурі ITS.

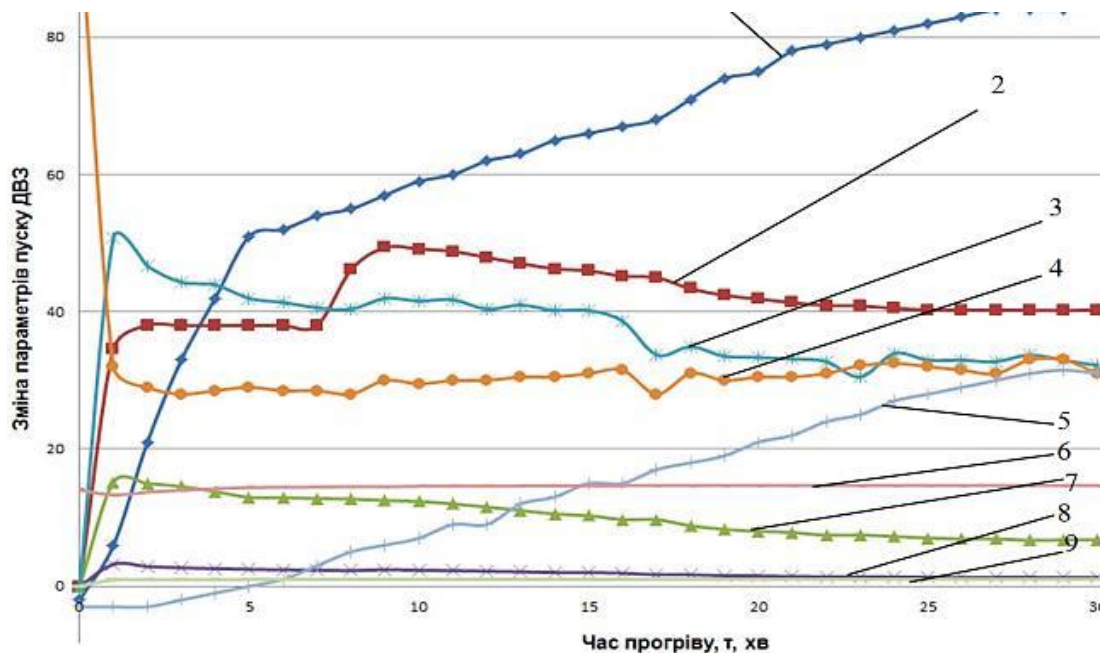


Рис. 6. Зміни основних діагностичних параметрів двигуна ТЗ у процесі пуску і прогріву:

1 – температура охолоджуючої рідини, °C; 2 – температура каталізатора ( $\times 10$ ), K; 3 – навантаження на двигун ТЗ, %; 4 – тиск у впускному колекторі, кПа; 5 – температура повітря на впуску, °C; 6 – фактична кількість повітря, що приходить на 1 кг поданого палива, кг; 7 – частота обертання колінчастого валу двигуна ( $\times 100$ ), хв<sup>-1</sup>; 8 – витрата палива, л/год.; 9 – коефіцієнт надлишку повітря

Отже, результати, отримані внаслідок обробки підсистемою обробки й аналізу інформації в ІСМ, доводять можливість і доцільність обробки бортової інформації про параметри ТЗ з метою моніторингу показників їх екологічної безпеки в процесі експлуатації. Отримані авторами дані свідчать про необхідність покращення ефективності саме нейтралізації в режимі прогріву двигуна, що можна реалізувати так: скоротивши час прогрівання двигуна і нейтралізатора, шляхом більш ефективного керування впорскуванням і запалювання в перехідних режимах, удосконаливши алгоритм роботи підсистеми контролю складу суміші, звісно, зі зворотним зв'язком.

На основі інформації бази даних параметрів окремого ТЗ є можливість моніторити і контролювати параметри ПАТ [2] та ТП. Тут цей ТЗ виступає як контрольний, що дає нам можливість оцінити параметри і режими руху вже інших ТЗ, які складають потік (рис. 7).

Структура ТП може бути прийнята згідно зі статистичними даними відповідної автомобільної дороги у відповідний час за такими показниками: категорія ТЗ, вид палива, екологічні класи ТЗ, інтенсивність потоку. На основі даних про поточне місце знаходження ТЗ визначаються як параметри дороги, так і погодні умови вже системою моніторингу й уточнюються відповідно до режиму руху. Показники екологічної безпеки інших ТЗ у потоці моделюються саме на основі визначених параметрів транспортного потоку.

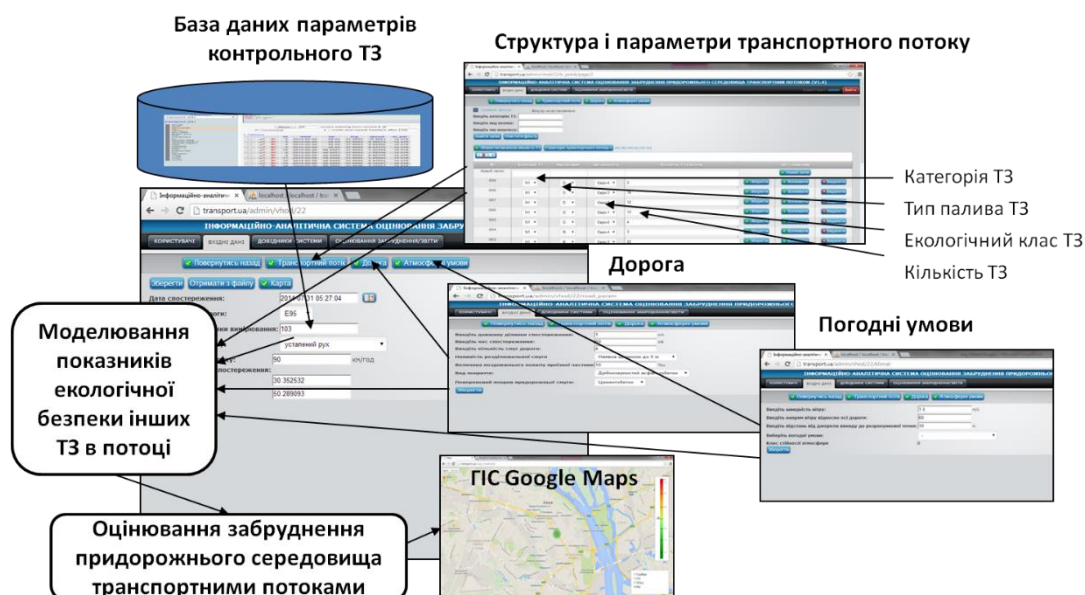


Рис. 7. Особливості моніторингу забруднення придорожнього середовища транспортними потоками

Моніторинг рівня забруднення придорожнього середовища системою «ТП–дорога» найбільш ефективно може бути забезпечений при використанні географічних інформаційних систем (ГІС) [161–164]. На основі показників екологічної безпеки окремих ТЗ потоку здійснюється оцінювання рівня забруднення придорожнього середовища ТП і відповідна візуалізація результатів оцінювання в геоінформаційній системі. На основі ГІС можуть створюватися підсистеми для вирішення задач управління і прийняття рішень щодо заходів із попередження забруднення навколишнього середовища, а також геоінформаційні модулі, які будуть доступні через мережу Інтернет.

Було розроблено структуру і модель контролю показників екологічної безпеки окремих ТЗ на стадії експлуатації функціонування ІСМ, основу якої становить підсистема обробки й аналізу інформації щодо параметрів робочих процесів агрегатів ТЗ. Структура і модель побудовані на основі математичної моделі руху ТЗ [7]. Сформовано також основу структури бази даних показників екологічної безпеки ТЗ в ЖЦ, які використовуються, щоб: оцінити ефективність функціонування окремих агрегатів і ТЗ загалом, спрогнозувати екологічну безпеку ТЗ в умовах експлуатації, прийняти рішення про необхідність здійснення ТО і ремонту для підвищення екологічної безпеки ТЗ, оптимізувати управління параметрами енергоустановки. Всі одержані технічні параметри і показники саме екологічної безпеки окремих ТЗ можуть бути використані як вхідні дані для оцінки екологічної безпеки транспортного підприємства та оптимізації керування ним, визначення рівня як інгредієнтного, так і параметричного забруднення узбіччя і придорожнього середовища транспортними потоками автомобільних доріг.

## Висновки

Впровадження і розвиток сучасних інформаційних технологій у транспортну діяльність будуть сприяти підвищенню якості управління транспортними процесами, зокрема їхньої безпеки та ефективності, забезпеченню якісного та своєчасного ТО і Р і ремонту транспортних засобів, підвищенню їх екологічної безпеки.

Встановлено, що в майбутньому на АТ основою інформаційного супроводження ЖЦ можливо прийняти CALS-технології (безперервна підтримка ЖЦ виробів), які є системами інформаційної підтримки виробів (ІПВ). Набір правил, регламентів і стандартів, на яких і будується електронна взаємодія учасників процесів проектування, виробництва, випробування тощо на базі інформаційного простору, і визначають концепцію CALS. Застосування CALS-технологій дасть змогу підприємствам АТ мінімізувати свої витрати на всіх етапах ЖЦ виробів, підвищити їхню якість, а отже, і власну конкурентоспроможність, а також залишатися активними учасниками ринку.

Виконано аналіз можливостей вдосконалення наявного програмного забезпечення функціонування систем моніторингу транспорту. Зокрема, виконано порівняльний аналіз програмного забезпечення бортової частини інтелектуальних систем моніторингу, що здійснює збір необхідної технічної інформації про параметри окремого транспортного засобу в потоці. Сформовані вимоги до програмного забезпечення, до яких також слід віднести кросплатформеність, можливість роботи із



віддаленим сервером бази даних. На прикладі роботи ПІК «Service Fuel Eco „NTU-HADI-12”» і «MonDiaFor „HADI-15”» показано їхні можливості моніторингу параметрів, що визначають процеси діагностування і прогнозування технічного стану ТЗ в умовах ITS, а також оцінку показників його екологічної безпеки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник. Київ: Знання-Прес, 2003. 511 с.
- [2] Моніторинг технічного стану автомобіля в життєвому циклі: підручник / Волков В.П. та ін. Харків: ХНАДУ, 2017. 309с.
- [3] Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів / Волков В. П. та ін. Харків: ФОП Панов А. М., 2018. 299 с.
- [4] Інформаційні технології в технічній експлуатації автомобілів / Волков В. П. та ін. Харків: ХНАДУ, 2015. 388 с.
- [5] Torque. Engine Performance and Diagnostic Tool for Automotive Professional and Enthusiasts. URL: <http://torque-bhp.com/>
- [6] Матейчик В. П. Методи оцінювання та способи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів: монографія. Київ: НТУ, 2006. 216 с.
- [7] Програмне забезпечення систем моніторингу транспорту / Дмитриченко М. Д. та ін. Київ: НТУ, 2016. 204 с.
- [8] Грицук І. В. Концепція забезпечення оптимального температурного стану двигунів і транспортних засобів в умовах експлуатації: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.22.20 / Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Харків, 2016. 40 с.
- [9] Технічний регламент програмного продукту «Service Fuel Eco “NTU-HADI-12”» при звичайній роботі (твір науково-практичного характеру) / Волков В. П. та ін.; заявник і патентовласник Волков В. П і ХНАДУ. *Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 53292 від 24.01.2014*. 3 с.
- [10] Технічний регламент і результати роботи інформаційного програмного комплексу (продукту) «MonDiaFOR “HADI-15”» (monitoring, diagnosis, forecasting technical condition of the vehicle under ITS) при здійсненні моніторингу, діагностування, прогнозування параметрів технічного стану транспортного засобу в умовах інтелектуальних транспортних систем (твір науково-практичного характеру) / Волков В. П. та ін.; заявник і патентовласник Волков В. П і ХНАДУ. *Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 64765 від 04.04.2016*. 3 с.
- [11] Інтелектуальні системи моніторингу транспорту / Волков В. П. та ін. Харків: Вид-во ХНАДУ, 2015. 246 с.
- [12] Грицук І. В. Системний підхід до проектування і дослідження комплексних систем комбінованого прогріву ДВЗ. *Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту Української державної академії залізничного транспорту*. Донецьк: ДонІЗТ, 2012. № 30. С. 106–117.
- [13] Використання інтелектуальних інформаційних технологій позиціонування для контролю теплових параметрів системи комбінованого прогріву ДВЗ транспортного засобу / Матейчик В. П. та ін. *Вісник ЖДТУ*. 2012. № 3(62). С. 136–141.
- [14] Мокін В. Б., Вікторов М. С. Оптимальний вибір ГІС-програм для інтернет-картографування даних екологічного моніторингу. *Наукові праці ВНТУ*. 2008. № 2. С. 57–63.
- [15] Оперативний контроль технічного стану транспортних засобів: монографія / Грицук І. В. та ін. Харків–Херсон–Вінниця: Едельвейс і К, 2022. 197 с. ISBN 978-617-7417-00-1.
- [16] Інформаційна система оперативного забезпечення нормування показників експлуатації транспортного засобу / Грицук І. В. та ін. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2022. № 2. С. 16–22. DOI <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2022-16-2-16-22>.
- [17] Удосконалення методу дистанційного контролю параметрів технічного стану автомобілів / Волков В. П. та ін. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2020. № 1. С. 28–39. DOI <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2020-11-1-28-39>.

**Волков Володимир Петрович** – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, e-mail: [volf-949@ukr.net](mailto:volf-949@ukr.net)

**Волкова Тетяна Вікторівна** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри транспортних технологій, e-mail: [volf-949@ukr.net](mailto:volf-949@ukr.net)

**Плехова Ганна Анатоліївна** – канд. техн. наук, доцент кафедри інформатики та прикладної математики, e-mail: [plehovaanna11@gmail.com](mailto:plehovaanna11@gmail.com)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

**Грицук Ігор Валерійович** – д-р техн. наук, професор, професор кафедри експлуатації суднових енергетичних установок, e-mail: [griksuk\\_iv@ukr.net](mailto:griksuk_iv@ukr.net)

Херсонська державна морська академія, м. Одеса

**Кужель Володимир Петрович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com), [kuzhel\\_v@vntu.edu.ua](mailto:kuzhel_v@vntu.edu.ua)

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

V. Volkov<sup>1</sup>  
I. Gritsuk<sup>2</sup>  
V. Kuzhel<sup>3</sup>  
T. Volkova<sup>1</sup>  
G. Pliekhova<sup>1</sup>

## Improvement of the method of assessment of software for the control of vehicle parameters

<sup>1</sup> Kharkiv National Automobile and Highway University

<sup>2</sup> Kherson State Maritime Academy

<sup>3</sup> Vinnytsia National Technical University

*The purpose of the conducted research is to improve the method of evaluating the performance of the vehicle parameter control software. It is stated that a new technique for road transport in the field of monitoring its working condition is the creation of information systems for organizational and functional support of rolling stock operation processes with the help of information integration, namely the stages of the life cycle of rolling stock and systems for its technical control and diagnostics. It is shown that nowadays in road transport the basis of life cycle information support can be CALS or IPV/CALS/PLM - technologies (continuous support of the life cycle of vehicles), which are sometimes called product information support systems and are a part of intelligent transport systems. The analysis and clarification of the structure of the intelligent vehicle monitoring system was carried out on the example of the assessment of its environmental safety and its engine parameters. In the work, it is also planned to obtain experimental data from vehicle, the results of processing of which will allow to prove the existence of a real possibility of using the diagnostic complex on a modern automatic transmission system. It should be noted that the system for monitoring environmental safety indicators of vehicle, which is proposed by the authors, also contains in its composition the subsystem of intelligent processing of primary information, which can be used precisely in the role of "intelligent monitoring system". The data obtained and analyzed in the work indicate the need to also improve the efficiency of the neutralization of harmful substances in the engine warm-up mode, which can be implemented by reducing the engine warm-up time and more effective control of the injection/ignition process in transient modes, as well as by introducing an improvement algorithm of the control subsystem composition of the mixture precisely with feedback.*

*The main diagnostic parameters of the vehicle engine during the start-up and warm-up processes, which affect the composition of harmful substances in the exhaust gases, were obtained experimentally. The proposed scheme for monitoring pollution of the roadside environment by traffic flows in the city.*

**Keywords:** vehicle, technical operation of cars, life cycle, information support of products, intelligent transport systems, environmental safety, monitoring of technical condition.

**Volkov Volodymyr** – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of Technical Operation and Service of Automobiles, e-mail: [volf-949@ukr.net](mailto:volf-949@ukr.net)

**Gritsuk Igor** – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Operation of Ship Power Plants, e-mail: [gritsuk\\_iv@ukr.net](mailto:gritsuk_iv@ukr.net)

**Kuzhel Volodymyr** – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Automobiles and Transport Management, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com), [kuzhel\\_v@vntu.edu.ua](mailto:kuzhel_v@vntu.edu.ua)

**Volkova Tetiana** – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Transport Technologies, e-mail: [volf-949@ukr.net](mailto:volf-949@ukr.net)

**Pliekhova Ganna** – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Informatics and Applied Mathematics, e-mail: [plehovaanna11@gmail.com](mailto:plehovaanna11@gmail.com)