

**І. В. Грицук<sup>1</sup>**  
**В. П. Волков<sup>2</sup>**  
**Є. О. Український<sup>3</sup>**  
**М. В. Володарець<sup>3</sup>**  
**В. П. Кужель<sup>4</sup>**  
**Т. В. Волкова<sup>2</sup>**  
**В. Ю. Рижова<sup>5</sup>**

## **ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ**

<sup>1</sup>Херсонська державна морська академія

<sup>2</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет

<sup>3</sup>ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»

<sup>4</sup>Вінницький національний технічний університет

<sup>5</sup>Міжнародний технологічний університет «Миколаївська політехніка»

*Показано формування методу забезпечення нормування показників і керування паливною економічністю транспортного засобу у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем. Для вирішення поставлених в роботі завдань в якості методологічної основи дослідження використовувався системний підхід. Розроблена загальна методика проведення наукового дослідження нормування і паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем. Цільовим функціоналом дослідження є поєднання об'єктивних і суб'єктивних факторів експлуатації транспортних засобів, що забезпечують мінімальну витрату палива. При цьому одночасно вирішується мінімаксна задача, а саме: нормування експлуатаційних показників, забезпечення максимальної паливної економічності транспортних засобів в умовах експлуатації за рахунок досягнення мінімальних значень витрати палива. Сформульований загальний підхід до формування методу забезпечення паливної економічності транспортного засобу у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем. Процеси вирішення поставлених задач базуються на реалізації системної взаємодії трьох взаємопов'язаних складових: процесної, інформаційної і аналітичної. Показано, що особливість методу полягає в тому, що він передбачає спільне використання всіх наявних методів і засобів отримання інформації про процеси експлуатації транспортних засобів, про витрату палива, параметри технічного стану і швидкість тощо. Таким чином процес формування методу забезпечення нормування показників експлуатації і паливної економічності транспортного засобу у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем передбачає уточнення інформації про витрату палива, фактичний технічний стан, методи й засоби їхньої реалізації. В статті показано, що таку задачу на основі інформації про параметри витрати палива і технічний стан можливо відобразити складною функцією в реалізації відповідних задач.*

*В роботі був розроблений метод визначення і розрахунку витрати палива транспортних засобів в умовах експлуатації саме для дослідження та обґрунтування нормування і параметрів паливної економічності. Особливість методу полягає в тому, що він передбачає саме спільне використання всіх наявних методів і засобів отримання інформації про процеси експлуатації транспортних засобів, а саме: про витрату палива, параметри технічного стану та швидкість транспортного засобу.*

**Ключові слова:** транспортний засіб, інформаційні системи, нормування, показник, паливо, економічність, умови експлуатації.

### **Вступ**

В умовах ITS і діючій практиці експлуатації транспортних засобів (ТЗ) багато уваги приділяється оперативному забезпеченню нормування показників експлуатації і керуванню паливною економічністю, визначенню параметрів технічного стану та швидкості руху тощо. Однак, широке автоматизоване поєднання, оперативне забезпечення нормування, дистанційне керування паливною економічністю транспортного засобу з урахуванням умов експлуатації, інформації про технічний стан, режими роботи операторів, їхній фізичним станом тощо ще не здійснювалось [1–6].

Без точної інформації про основні нормоутворюючі показники експлуатації ТЗ, про паливну

економічність та швидкість руху важко проаналізувати зміну основних технічних параметрів і здійснювати керування нормуванням показників експлуатації і керування паливною економічністю ТЗ, технічними впливами тощо. В умовах експлуатації транспортні компанії використовують лише окремі показники своєї роботи у поєднанні з окремими, найнеобхіднішими, параметрами транспортного засобу. На практиці спостереження та аналіз нормоутворюючих показників, показників паливної економічності і швидкісного режиму в реальних експлуатаційних умовах здійснюється після повернення ТЗ з маршруту. Практика експлуатації транспортного засобу вимагає забезпечення віддаленого оперативного нормоутворення показників експлуатації, контролю і забезпечення раціональної витрати палива та параметрів стану транспортного засобу з урахуванням відповідних умов експлуатації на основі моніторингу і інтелектуальних транспортних систем.

Метою роботи є формування особливостей інформаційної системи оперативного забезпечення нормування показників експлуатації і керування паливною економічністю транспортного засобу у взаємодії з інфраструктурою.

### Результати дослідження

В основу системи збирання інформації про об'єкт дослідження покладені основні методи оцінки кількості інформації [1–6]: статистичний, семантичний [1–13], прагматичний і структурний підходи. Органічне поєднання можливих підходів дає найбільш достовірне представлення інформації про об'єкт, як про складну систему інформаційної технології.

Для визначення предметної області ТЗ, для роботи у складі системи оперативного забезпечення нормування показників експлуатації і керування паливною економічністю, використовуються загальні і спеціальні принципи, що орієнтовані на конкретні задачі отримання, обробки, аналізу даних з урахуванням завдань їхнього моніторингу і функціональні потреби, в тому числі і операторів [1–15]. Початковий аналіз предметної області інформаційного забезпечення системи оперативного забезпечення нормування показників експлуатації і керування паливною економічністю ТЗ проводили на етапі формування діаграми потоків інформації (DFD – Data Flow Diagram) [1–6, 1–13], що показана на рис. 1.

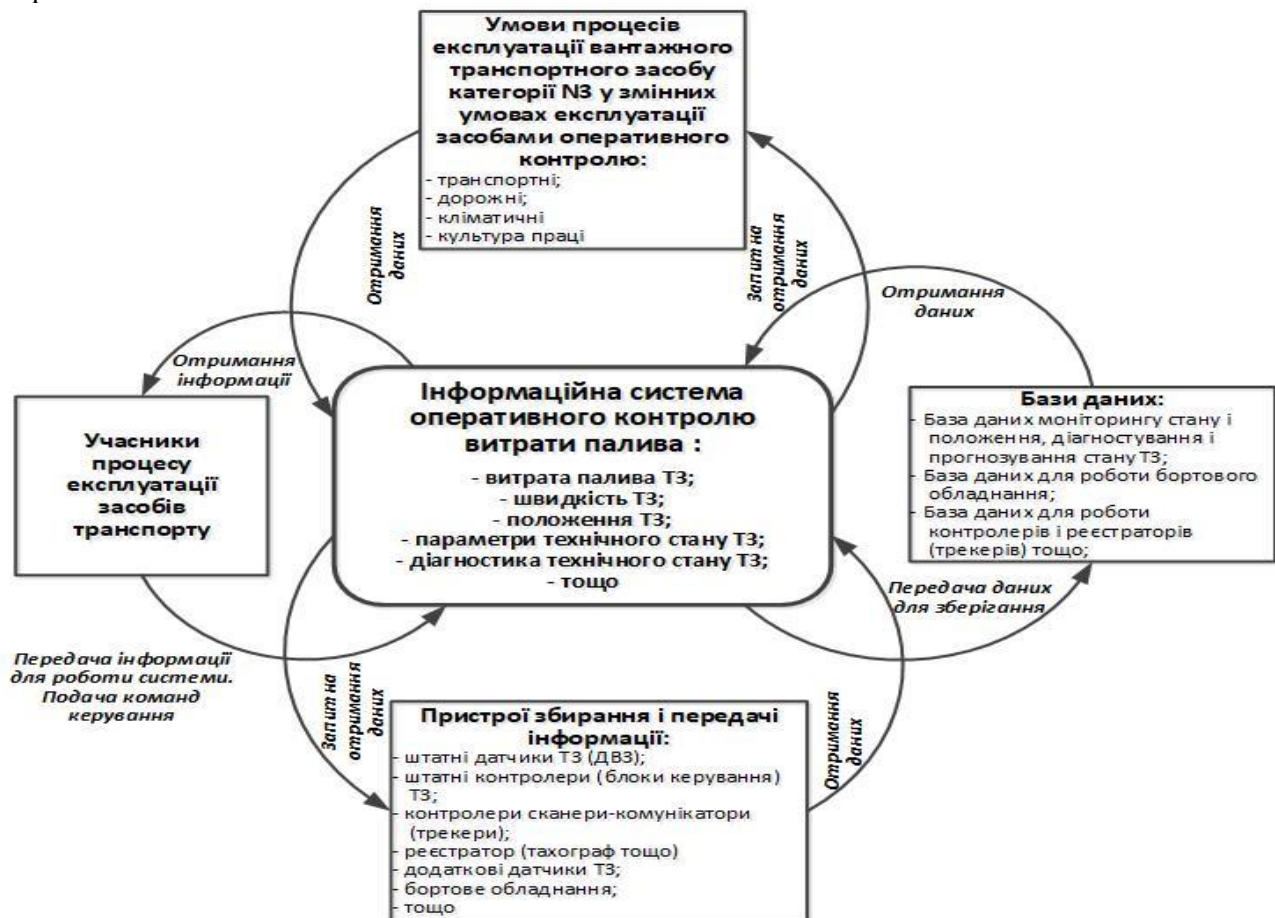


Рис. 1. DFD-діаграма інформаційної моделі системи оперативного забезпечення нормування показників експлуатації і керування паливною економічністю (скорочено - оперативного контролю витрати палива)

При формуванні на DFD-діаграмі інформаційної системи, джерелами отримання первинної інформації про стан ТЗ є пристрої збирання і передачі інформації про: учасників процесу експлуатації засобів транспорту, умови експлуатації ТЗ, бази даних, що прийнято вважати «зовнішніми сутностями» [1–15]. До функціональних завдань «Інформаційної системи оперативного забезпечення нормування показників експлуатації і керування паливною економічністю (скорочено - оперативного контролю витрати палива» відносимо збирання даних у системі спостереження, ідентифікацію ТЗ і оператора(ів), отримання, обробка, аналіз значень і прогнозування даних та параметрів забезпечення нормування показників експлуатації і керування паливною економічністю й технічним станом ТЗ, ідентифікацію умов експлуатації, діагностування технічного стану та визначення несправностей, перевірку відповідності параметрів забезпечення нормування показників експлуатації і керування паливною економічністю та технічним станом ТЗ показникам системи і умовам експлуатації.

Для виконання поставлених задач був сформований бортовий комплекс, який може бути адаптований для легкових і вантажних ТЗ категорії N3 та успішно включений у будь-яку ITS. Таким чином, комплекс здатен вирішувати як спеціальні, так і традиційні завдання.

До складу пристроїв збирання і передачі інформації входять: штатні датчики ТЗ (в тому числі і транспортного двигуна); штатні контролери (блоки керування) ТЗ (що встановлені в CAN-шину ТЗ); додаткові контролери сканери-комунікатори (трекери) як для ТЗ, так для напівпричепа (у складі автопоїзда); реєстратор (тахограф тощо); додаткові датчики ТЗ; бортове обладнання (для виконання функцій інформування водія про процеси моніторингу і забезпечення зв'язку із диспетчером) тощо. В якості додаткового обладнання можуть використовуватись планшети (смартфон), що встановлені в кабіні водія, на який попередньо встановлено необхідне програмне забезпечення (рис. 1).

Для забезпечення функціонування системи в неї входять такі інформаційні бази: база даних моніторингу стану і положення, діагностування і прогнозування стану ТЗ; база даних для роботи бортового обладнання; база даних для роботи контролерів і реєстраторів (трекерів) тощо.

З'єднання засобів комунікацій в середині ТЗ відбувається за допомогою *USB* або *Wi-Fi*, або *Bluetooth* або через локальну мережу, а з інфраструктурою – за допомогою *GPS*, *a-GPS*, *ГЛОНАСС*, *Galileo*, *SBAS*, *GPRS*, *Internet* або локальну мережу.

При чому всі інфраструктурні з'єднання здійснюються через *Web*-сервер, а через нього з базами даних і необхідним ПЗ інформаційної системи оперативного забезпечення нормування показників експлуатації і керування паливною економічністю для виконання спостереження, діагностування ТЗ, визначення витрати палива і прогнозування характеристик його технічного стану в умовах *ITS* [1–13]. Тобто оперативна інформація, отримана через лінії зв'язку від ТЗ, поступає на робоче місце оператора внутрішньої мережі [1–6]. Наявність екрану взаємодії на планшеті (смартфоні) додаткового бортового обладнання надає водієві ТЗ і оператору системи управління можливість функціонування людино-машинних інтерфейсів, що полегшують і спрощують роботу оператора і скорочують суттєво витрати на професійну його підготовку [1–15].

В описаній інформаційній моделі системи оперативного забезпечення нормування показників експлуатації і керування паливною економічністю [1–15] програмне забезпечення системи в умовах *ITS* може мати структуру [1–6, 11–13], що показана на рис. 2. Воно складається з показаних основних компонентів, має адресну направленість й ділиться на ПЗ загального і спеціального програмного забезпечення. Програмна направленість ПЗ безпосередньо відноситься до бортового обладнання й до робочого місця оператора або серверної частини.

В якості спеціального ПЗ і робочому місті (сервері) можливі варіанти: для використання настільних платформ на основі *Windows* можливо використовувати програм діагностування і аналізу несправностей ТЗ, а для використання мобільних платформ: на основі *Android* можливо використовувати *Torque lite* тощо [1–6, 11–13].

Обробка результатів отриманих вимірювань параметрів ТЗ і витрати палива пов'язана безпосередньо з математичним забезпеченням і визначається рівнем математичного апарату, що застосовується.

Далі результати випробувань піддаються аналізу, і видається звіт у вигляді відповідного протоколу. Реалізація ПЗ для забезпечення моніторингу стану досить специфічна і прив'язана до конкретного апаратного забезпечення, тому, очевидним є виділення його в окремі модулі.

Таких модулів може бути декілька, в залежності від призначення, особливостей вирішуваних завдань і вимірювального обладнання [11–13].

Однак всі модулі відповідного типу повинні підтримувати однаковий інтерфейс взаємодії з іншими модулями. В рамках описаного ПЗ, інформаційне забезпечення системи моніторингу технічного стану двигуна і ТЗ в умовах *ITS* має структуру моделі, яка представлена на рис. 3. При формуванні структури

інформаційної системи оперативного забезпечення нормування показників експлуатації і керування паливною економічністю в умовах ITS і для формалізації основних його процесів скористалися методологією проектування SADT (Structured Analysis and Design Technique – методологія структурного аналізу і проектування) [5–13].



Рис. 2. Структура комплексу інформаційної системи оперативного забезпечення нормування показників експлуатації і керування паливною економічністю ТЗ в умовах ITS

Відповідно до методології IDEF0 (Icam DEfinition) і розробленої моделі для забезпечення оперативного контролю витрати палива і технічного стану ТЗ структурована інформаційна модель показана на рис. 3.

Основними етапами обробки інформації в інформаційній системі оперативного забезпечення нормування показників експлуатації і керування паливною економічністю в умовах ITS, для якої розроблені алгоритми роботи і відповідне ПЗ, є показані на рис. 3 складові.

Кожен технічний параметр моніторингу ТЗ – кількісне вираження фізичних процесів, що протікають в його складових і при його взаємодії з оточуючим середовищем.

При формуванні системи говоримо, що якщо процеси в часі набувають і носять незмінний характер, то на основні закономірності зміни характеристик будь-яке значення  $x_i$  буде змінюватися в часі  $t$  і тоді для всіх складових підсистем моніторингу єдиної системи можливо розглядати їх, як функціонал [1–6, 10–15]:

$$x = f(t) = f_1(t) + f_2(t) + \dots + f_i(t). \quad (1)$$

Процес прогнозування характеристик і параметрів стану ТЗ у відповідності до положень наукових робіт [1–15] тощо, представляємо як деяке перетворення оператора  $\Pi$  вхідної інформації про досліджуваний об'єкт у вигляді його відображення на майбутнє, що обмежено глибиною прогнозу [12, 13]:

$$\Pi : \{D_\Sigma, T\} \rightarrow I, \quad (2)$$

де  $\Pi$  – оператор прогнозування;  $D_\Sigma = D_1 + \dots + D_i$  – інформація про вихідний стан об'єкта моніторингу (у нашому випадку – часовий ряд інформації про технічні параметри при здійсненні моніторингу ТЗ  $D_1$  і складових  $D_i$ );  $T$  – горизонт прогнозу для відповідного параметра ТЗ;  $I$  – результат прогнозу.

При побудові в умовах ITS системи моніторингу виконуються відповідні етапи планової роботи, а саме: визначення мети прогнозування параметрів контролю стану ТЗ і витрати палива; визначення інтервалів прогнозу; вибір раціональної однієї або декількох кривих, форма яких може відповідати характеру зміни ряду значень в часі; оцінка параметрів обраних ліній кривих; перевірка адекватності опису обраних кривих прогнозування і остаточний вибір лінії кривої; розрахунок прогнозу параметра у відповідному інтервалі часу; оцінка точності прогнозування й наявність автокореляції випадкових складових [1, 4, 8, 12, 13].

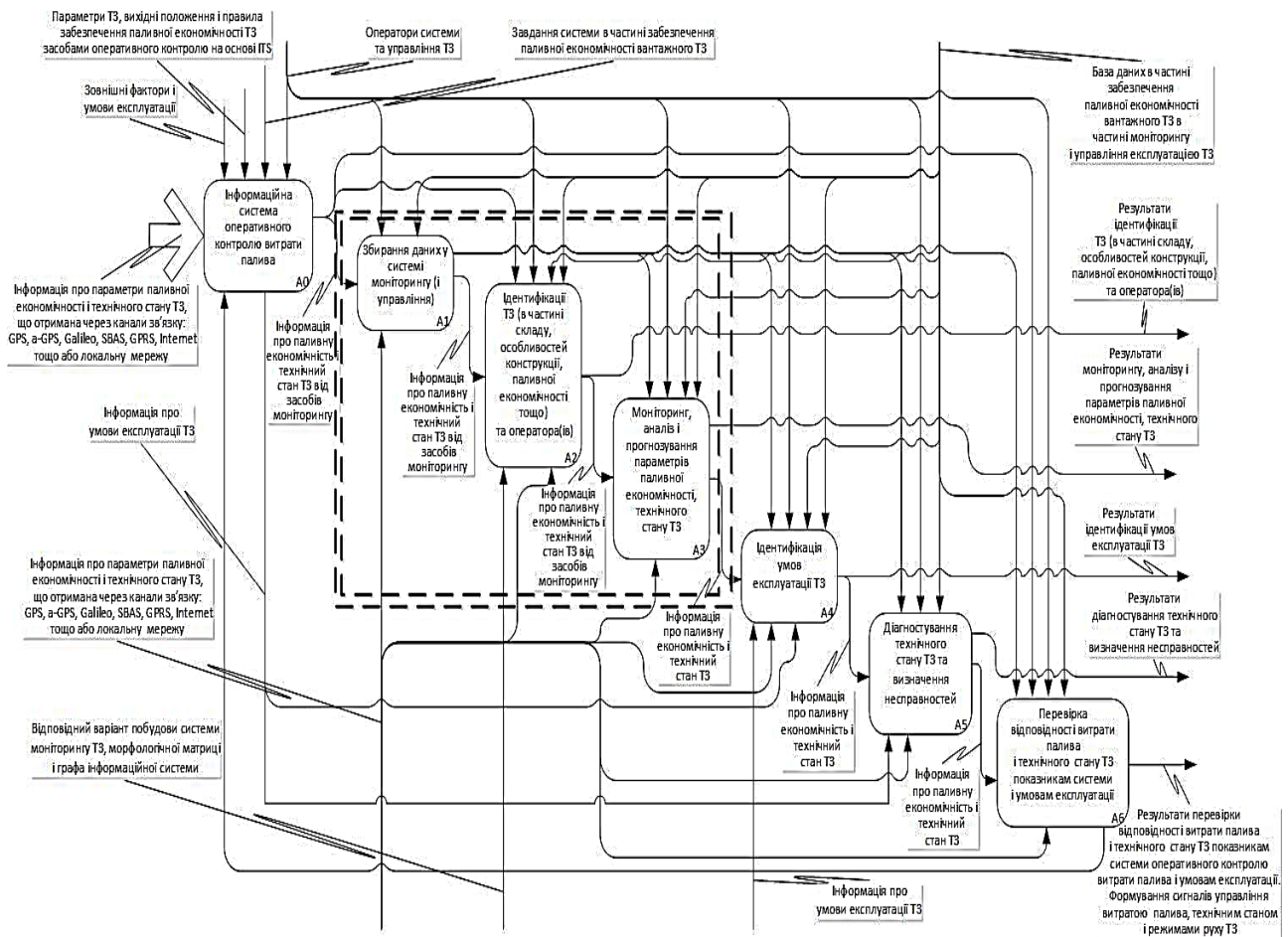


Рис. 3. Структурована інформаційна модель системи оперативного забезпечення нормування показників експлуатації і керування паливною економічністю ТЗ в умовах ITS

Вибір режиму проведення описаної взаємодії припускає задання всіх параметрів і характеристик ТЗ, а також отримання результатів моніторингу одним із способів: або безпосереднє вимірювання, або імпорт даних вже проведених випробувань, або спільні дії. Використання стандартних форматів зберігання даних при розробці описаного ПЗ дозволяє використовувати його в складі будь-якого ПК без серйозних структурних змін.

### Висновки

Показано, що цільовим функціоналом дослідження є поєднання об'єктивних і суб'єктивних факторів експлуатації ТЗ, що забезпечують нормування і мінімальну витрату палива. При цьому одночасно вирішується мінімаксна задача, а саме: забезпечення максимальної паливної економічності транспортних засобів в умовах експлуатації за рахунок досягнення мінімальних значень витрати палива. Сформульований загальний підхід до формування методу забезпечення нормування і паливної економічності транспортного засобу у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем. Процеси розв'язання поставлених задач базуються на реалізації системної взаємодії трьох взаємопов'язаних складових: процесної, інформаційної і аналітичної.

Для дослідження та обґрунтування нормування і параметрів паливної економічності був розроблений метод визначення і розрахунку витрати палива транспортних засобів в умовах експлуатації, особливість якого полягає в тому, що він передбачає спільне використання всіх наявних методів і засобів отримання інформації про процеси експлуатації ТЗ, про витрату палива, параметри технічного стану і швидкість.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Волков В. П., Матейчик В. П. «Організація технічної експлуатації автомобілів в умовах формування інтелектуальних транспортних систем», *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. Х.: НТУ «ХПІ», № 29 (1002), с. 138-144, 2013..
- [2] Матейчик В. П., Волков В. П. «Особливості моніторингу стану транспортних засобів з використанням бортових діагностичних комплексів», *Управління проектами, системний аналіз і логістика*, вип. 13, с. 126-138, 2014.
- [3] М. Ф. Дмитриченко, В. П. Матейчик, О. К. Гришук, М. П. Цюман, *Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки*. Київ: НТУ, 2014.
- [4] Волков В. П., Гришук І. В. «Особливості моніторингу і визначення статусу несправностей транспортного засобу у складі бортового інформаційно-діагностичного комплексу», *Вісник Національного транспортного університету*, вип. 30, с. 51-62, 2014.
- [5] Гришук І. В. «Концепція забезпечення оптимального температурного стану двигунів і транспортних засобів в умовах експлуатації», дис. д-ра техн. наук. Харків, 2016.
- [6] Український Є. О. «Підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3», дис. канд. техн. наук. Житомир, 2021.
- [7] Volodarets M., et al., "Optimization of Vehicle Operating Conditions by Using Simulation Modeling Software," SAE Technical Paper 2019-01-0099, 2019, doi:10.4271/2019-01-0099.
- [8] Klets D., et al., "Information Security Risk Management of Vehicles," SAE Technical Paper 2018-01-0015, 2018, doi:10.4271/2018-01-0015.
- [9] Rabinovich E., et al., "Evaluation of the Powertrain Condition Based on the Car Acceleration and Coasting Data," SAE Technical Paper 2018-01-1771, 2018, doi:10.4271/2018-01-1771
- [10] Kuric I., Mateichyk V., et al., «The peculiarities of monitoring road vehicle performance and environmental impact,» in *MATEC Web of Conferences Volume 244, 5 December 2018, № 030033rd Innovative Technologies in Engineering Production ITEP 2018*, Vojnice; Slovakia, 2018. doi: 10.1051/mateconf/201824403003.
- [11] Gritsuk I. V., Zenkin E. Y., et al., "The Complex Application of Monitoring and Express Diagnosing for Searching Failures on Common Rail System Units," SAE Technical Paper 2018-01-1773, 2018, doi:10.4271/2018-01-1773
- [12] В. П. Волков та ін., *Інтелектуальні системи моніторингу транспорту*. Харків: НТМТ, 2015.
- [13] В. П. Волков та ін., *Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів*. Харків: Панов А. М., 2018.
- [14] Эванс Л., Герман Р., Лам Т. *Многомерный анализ транспортных факторов, связанных с расходом топлива при вождении автомобиля в городских условиях*. М.: Транспорт, 1987.
- [15] Савостін-Косяк Д., Сахно В. «Дослідження витрати палива міських автобусів з дизелем шляхом математичного моделювання» in *Systemy i Srodki Transportu Samochodowego. Wybrane Zagadnienia : monografia pod redakcja naukowa Kazimierza Lejdy. Seria Transport*. Rzeszow: Politehnika Rzeszowska, s. 95–103, № 9, 2017.

**Гришук Ігор Валерійович** – д-р техн. наук, професор, професор кафедри експлуатації суднових енергетичних систем, e-mail: [gritsuk\\_iv@ukr.net](mailto:gritsuk_iv@ukr.net)

Херсонська державна морська академія, м. Одеса

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

**Волкова Тетяна Вікторівна** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри транспортних технологій, e-mail: [wolf949@ukr.net](mailto:wolf949@ukr.net)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

**Український Євген Олександрович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобільного транспорту, e-mail: [e.a.ukrainskyi@gmail.com](mailto:e.a.ukrainskyi@gmail.com)

**Володарець Микита Віталійович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобільного транспорту

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро

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

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Рижова Вікторія Юрївна** – старший викладач кафедри «Автомобілі та автомобільне господарство», e-mail: [ryzhovavu@gmail.com](mailto:ryzhovavu@gmail.com)

Міжнародний технологічний університет «Миколаївська політехніка», м. Миколаїв

**I. Gritsuk<sup>1</sup>**  
**V. Volkov<sup>2</sup>**  
**Ye. Ukrainskyi<sup>3</sup>**  
**M. Volodarets<sup>3</sup>**  
**V. Kuzhel<sup>4</sup>**  
**T. Volkova<sup>2</sup>**  
**V. Ryzhova<sup>5</sup>**

## Operative ensuring information system of the standardization of vehicle operation indicators

<sup>1</sup>Kherson State Maritime Academy

<sup>2</sup>Kharkiv National Automobile and Road University

<sup>3</sup>SHEI "Azov State Technical University"

<sup>4</sup>Vinnitsia National Technical University

<sup>5</sup>International Technological University «Nikolaev Polytechnic»

*The formation of the method of ensuring the rationing of indicators and management of fuel economy of the vehicle in variable operating conditions by means of operational control on the basis of intelligent transport systems is shown. A systematic approach was used as the methodological basis of the research to solve the tasks set in the work. The general technique of carrying out of scientific research of rationing and fuel economy of the freight vehicle of category N3 in variable conditions of operation by means of operative control on the basis of intelligent transport systems is developed. The target function of the study is a combination of objective and subjective factors of vehicle operation, which ensure minimal fuel consumption. At the same time the minimum task is solved, namely: rationing of operational indicators, fuel economy of the vehicle in the conditions of operation tends to reach the maximum, despite the fact that fuel consumption tends to reach the minimum values. The general approach to the formation of the method of ensuring the fuel economy of the vehicle in variable operating conditions by means of operational control based on intelligent transport systems is formulated. The processes of solving the tasks are based on the implementation of systemic interaction of three interrelated components: process, information and analytical. It is shown that the peculiarity of the method is that it involves the joint use of all available methods and means of obtaining information about the processes of operation of the vehicle, fuel consumption, parameters of technical condition and speed, and so on. Thus, the process of forming a method to ensure the rationing of performance and fuel economy of the vehicle in variable operating conditions by means of operational control on the basis of intelligent transport systems involves clarifying information on fuel consumption, actual technical condition, methods and means of implementation. The article shows that this task on the basis of information about fuel consumption parameters and technical condition can be expressed as a complex function in the implementation of relevant tasks.*

*In the work, a method of determining and calculating the fuel consumption of vehicles in operating conditions was developed specifically for the purpose of researching and justifying the regulation and parameters of fuel economy, the peculiarity of the method is that it involves the joint use of all available methods and means of obtaining information about operational processes vehicles, namely fuel consumption, parameters of the technical condition and speed of the vehicle.*

**Key words:** vehicle, information systems, rationing, indicator, fuel, economy, operating conditions.

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

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

**Ukrainskyi Eugene** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of Department of Road Transport, e-mail: [e.a.ukrainskyi@gmail.com](mailto:e.a.ukrainskyi@gmail.com)

**Volodarets Nikita** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of Department of Road Transport

**Kuzhel Volodymyr** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Automobiles and Transport Management, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com)

**Volkova Tetiana** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Transport Technologies, e-mail: [wolf949@ukr.net](mailto:wolf949@ukr.net)

**Ryzhova Victoria** – Lecturer of the Department "Cars and Automotive Industry", e-mail: [ryzhovavu@gmail.com](mailto:ryzhovavu@gmail.com)