

Волков<sup>1</sup> В.П., Грицук<sup>1</sup> І.В., Грицук<sup>2</sup> Ю.В., Волков<sup>1</sup> Ю.В.  
<sup>1</sup> Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
<sup>2</sup> Донбаська національна академія будівництва і архітектури

## ОСОБЛИВОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ І ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНА І ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ В УМОВАХ ITS

У статті представлено підхід до формування системи дистанційного моніторингу, діагностики, прогнозування технічного стану та визначення статусу несправностей транспортного засобу в складі бортового інформаційного програмно-діагностичного комплексу, який працює у взаємодії з віртуальним підприємством в умовах ITS. Система дозволяє в оперативному режимі на основі інформаційних і апаратно-програмних можливостей дистанційного моніторингу та конкретної системи управління здійснювати прогнозування параметрів технічного стану і враховувати дорожні та експлуатаційні умови роботи двигуна і руху транспортного засобу.

**Ключові слова:** транспортний засіб, моніторинг параметрів, діагностування, прогнозування, технічний стан, статус, інформаційна транспортна система.

**Вступ.** Для організації технічного огляду і ремонту (ТО і Р) з урахуванням стану транспортного засобу (ТЗ) наприкінці 1990-х р.р. у США й країнах ЄС були прийняті стандарти, які ввели обов'язковість оснащення ТЗ електронними системами контролю параметрів роботи двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ), пов'язаних зі зміною складу відпрацьованих газів (емісії) [1, 2]. У США з 1996 р. усі легкові автомобілі і легкі вантажівки обладнуються бортовою діагностикою OBD-II (On-Board Diagnostics II), яка використовує діагностичні коди несправностей (помилки) (Diagnostic Trouble Codes – DTCs), що й дозволяє зчитувати DTCs, переглядати параметри роботи двигуна й інших електронних систем ДВЗ і ТЗ. Аналогічний європейський стандарт – EOBD, був прийнятий в 2001 р. [1, 2]. У рамках OBD-II стандартизовані діагностичні рознімання, протоколи обміну даними й частково стандартизовані DTCs, при обміні даними в OBD-II, в основному використовують протоколи ISO 9141, ISO 14230, SAE J1850 VPW, SAE J1850 PWM і CAN, тощо [1, 2].

Системи моніторингу технічного стану в умовах ITS дозволяють здійснювати безперервний автоматичний контроль технічних параметрів ТЗ і його складових елементів, розпізнавати відмовні стани і запобігати їх розвитку, а також здійснювати перехід до організації системи ТО і Р за технічним станом [2 - 4]. Як правило, такі системи являють собою складний комплекс бортових і стаціонарних технічних і програмних засобів. Розробка системи моніторингу технічного стану в автономному виконанні вимагає значних інтелектуальних, часових і матеріальних ресурсів, а оснащення нею кожного окремо взятого ТЗ спричиняє фінансові витрати на установку не тільки бортових діагностичних датчиків, але і пристроїв обробки інформації, зв'язку та сигналізації відмовних станів.

Тому, для виконання моніторингу технічного стану і визначення статусу несправностей ТЗ в комплексі обладнання повинні бути об'єднані навігаційно-зв'язкові і діагностичні блоки, які технологічно і програмно пов'язані з розгалуженою мережею штатних і опційних датчиків контролю технічного стану вузлів і систем ТЗ. При цьому взаємодія бортового навігаційного обладнання з основними технологічними складовими системи моніторингу технічного стану ТЗ повинно здійснюватися в рамках єдиної ідеології мобільної інформаційно-діагностичної системи [2 - 5].

**Актуальність досліджень.** Аналіз технічних рішень, які присутні сьогодні на ринку, показав, що в більшості з них відсутня можливість повноцінно аналізувати, прогнозувати технічний стан і визначати статус несправностей ТЗ та його складових елементів. Сучасні вимоги до систем управління ТЗ роблять проблему прогнозування технічного стану і визначення статусу несправностей ТЗ актуальною. Для таких систем важливо встановити не тільки те, що ТЗ та його складові елементи справні в даний момент часу (в період контролю), але і те, що вони будуть продовжувати залишатися справними протягом деякого інтервалу часу в майбутньому. З іншого боку, на ринку обладнання присутні системи управління, здатні інстальовати повноцінні операційні системи, але їх використання сьогодні, поки що, проблематично для транспортних двигунів і ТЗ. Зазначені фактори дозволяють створення автоматизованої системи моніторингу, діагностування, прогнозування значень параметрів технічного стану і визначення статусу несправностей ТЗ та його складових елементів в умовах ITS,

заснованої на технології баз даних (БД), із застосуванням систем управління базами даних (СУБД). Виробники ТЗ і розробники систем моніторингу, при вирішенні викладених задач технічної експлуатації (ТЕ) ТЗ, реалізують системи комунікацій між транспортним засобом і видаленим комп'ютером [3, 4, 6]. В світі (наприклад, МадГТУ (МАДІ) Російська федерація) розробляються системи визначення статусів несправностей в телематичній системі контролю технічного стану ТЗ в реальному часі [3, 4, 6].

В цьому напрямку проводяться дослідження на кафедрі «Технічна експлуатація і сервіс автомобілів» ХНАДУ, де було розроблено відповідне програмне забезпечення інтелектуальних програмних комплексів (ІПК) на основі віртуального підприємства з ТЕ автомобільного транспорту «ХНАДУ-ТЭСА», що забезпечило формування систем моніторингу для отримання технічної інформації про окремі ТЗ, дослідження діагностичних параметрів і визначення роботоздатності ТЗ при їх експлуатації в умовах інформаційних можливостей ITS [2].

**Постановка задачі.** Для створення автоматизованої системи моніторингу, діагностування, прогнозування технічного стану і визначення статусу несправностей ТЗ у складі бортових інформаційних програмно-діагностичних комплексів (БПДК), що працюють в межах віртуального підприємства в умовах ITS, з урахуванням дорожніх і експлуатаційних умов в оперативному режимі доцільно вирішити завдання, пов'язані з інформаційними і апаратно-програмними можливостями конкретної системи управління ТЗ та його складових елементів. А для визначення статусу несправностей ТЗ у складі бортового інформаційно-діагностичного комплексу в оперативному режимі доцільно створити механізм, що використовує інформаційний обмін в процесі дистанційного моніторингу і визначення статусу несправностей ТЗ, які працюють в умовах ITS, а саме: безпосередньо на борту ТЗ з використанням БПДК без взаємодії з підприємством з експлуатації автомобільного транспорту (АТ); в напівавтоматичному режимі на борту ТЗ з використанням БПДК із взаємодією з підприємством з експлуатації АТ; в автоматичному режимі з використанням БПДК із взаємодією з підприємством з експлуатації АТ.

**Результати досліджень.** В інформаційній системі моніторингу, діагностування, прогнозування технічного стану і визначення статусу несправностей ТЗ в умовах ITS формування та передача інформації відбувається на основі роботи мікроконтролерів системи керування транспортною засобу, оснащеного широким арсеналом комунікаційних розширень, що дозволяють збирати дані датчиків ДВЗ і ТЗ, частково обробляти результати вимірювань, видавати діагностичні повідомлення і передавати інформацію через порти OBD-II [7 - 11].

Для створення автоматизованої системи моніторингу, діагностування, прогнозування технічного стану і визначення статусу несправностей ТЗ у складі бортових інформаційно-діагностичних комплексів, що працюють в умовах ITS, з урахуванням дорожніх і експлуатаційних умов в оперативному режимі потрібно вирішити кілька завдань, пов'язаних з інформаційними і апаратно-програмними можливостями мікропроцесорної системи управління ДВЗ і ТЗ при їх роботі в межах віртуального підприємства [2, 7 - 11].

Для виконання поставленої мети авторами розроблений БПДК, який може бути успішно інтегрований у будь-яку ITS, тобто він здатний вирішувати її традиційні завдання. Однак його основне призначення – діагностування і контроль параметрів робочих процесів ДВЗ і ТЗ в умовах експлуатації [1, 2, 5, 7] за допомогою бортової діагностики OBD-II. Технічними засобами комплексу є: діагностичний сканер, планшет (мобільний телефон (смартфон)), що встановлені в кабіні водія (машиніста) з наявністю необхідного програмного забезпечення.

За допомогою адаптера (сканера) OBD-II (або контролера сканера-комунікатора (трекера)), який підключений одночасно до лінії системи стандарту OBD-II ТЗ і до спряженого пристрою БПДК, за допомогою USB або Wi-Fi, або Bluetooth, через GPS, a-GPS, ГЛОНАСС, SBAS, GPRS, Internet або локальну мережу, відбувається з'єднання з Web-сервером, базою даних і необхідним програмним забезпеченням інформаційної системи моніторингу, діагностування і прогнозування технічного стану транспортного засобу в умовах ITS [1, 2, 7]. Таким чином оперативна інформація, отримана з (через) Internet, GPS, ГЛОНАСС, SBAS і (або) GPRS, від ДВЗ і ТЗ поступає на автоматизоване робоче місце внутрішньої мережі. Наявність сенсорного екрану у БПДК надає водієві ТЗ і розробнику системи управління можливість створення зручних людино-машинних інтерфейсів нового покоління, максимально полегшують і спрощують працю оператора робочого місця внутрішньої мережі, що скорочують витрати на його професійну підготовку [12].

В межах описаного БПДК і віртуального підприємства [2, 12] інформаційне забезпечення системи моніторингу, діагностування і прогнозування технічного стану транспортного засобу в умовах ITS може мати структуру, що представлена на рис. 1.

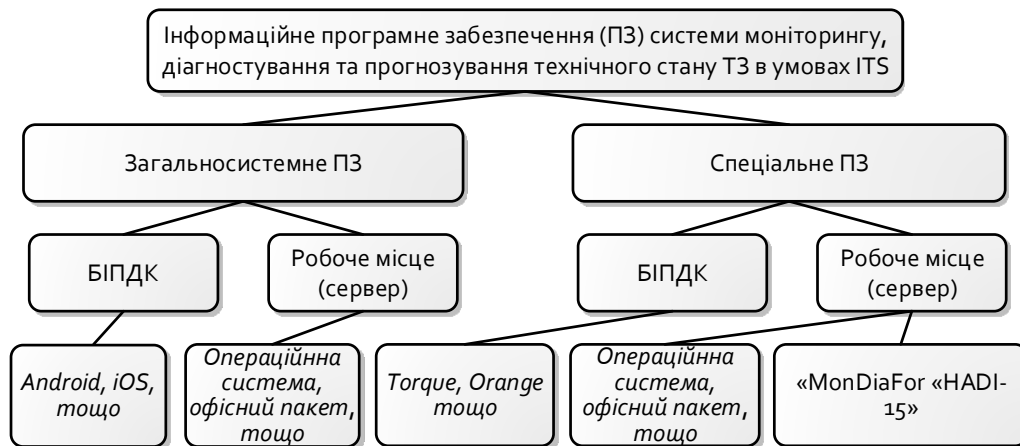


Рисунок 1 – Структура інформаційного забезпечення системи моніторингу, діагностування і прогнозування технічного стану ТЗ в умовах ITS

Прикладне ПЗ, у відповідності до вирішуваних завдань, було розроблено у вигляді ПК «MonDiaFor (*monitoring, diagnosis, forecasting technical condition of the vehicle under ITS*) «HADI-15» і складається з таких елементів, як підсистема, що реалізує графічний інтерфейс користувача і підсистему обробки даних, структурована інформаційна модель якого показана на рис. 2. При виконанні первинної обробки отриманих з ТЗ даних послідовно відбувається виконання операції конвертації отриманих табличних даних до стандартного вигляду і передача їх до інформаційної системи моніторингу, діагностування і прогнозування технічного стану транспортного засобу в умовах ITS.

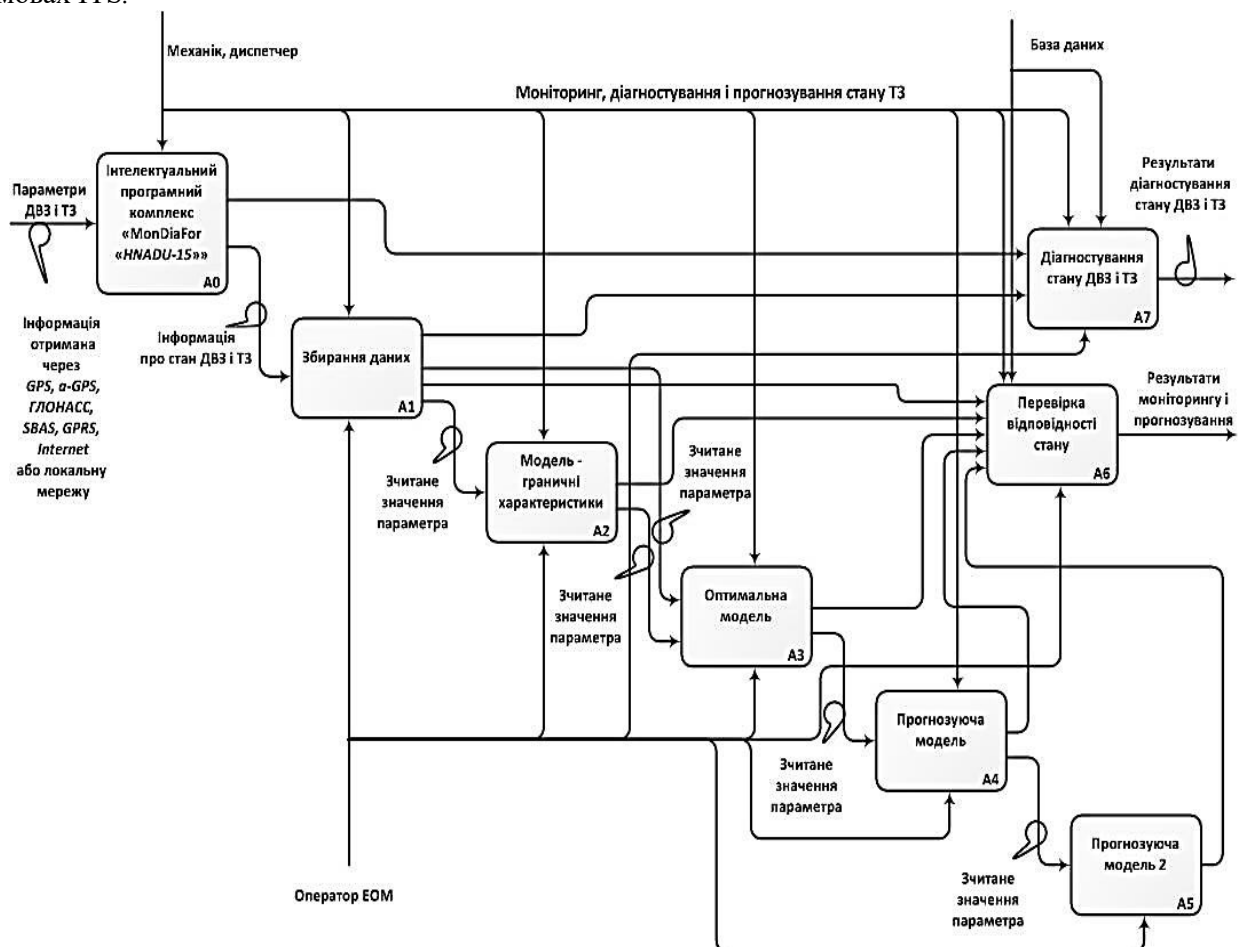


Рисунок 2 - Структурована інформаційна модель ПК «MonDiaFor «HADI-15»

Кожен параметр ДВЗ і ТЗ є кількісним виразом тих фізичних процесів, які протікають у ньому. Однак, для більшості елементів і приладів функціональну залежність параметра від вказаних процесів

практично неможливо визначити у зв'язку з їх складністю. Якщо ж процеси в часі приймають і носять стійкий характер, то на закономірності зміни параметра це позначиться певним чином [2, 12].

При побудові системи моніторингу, діагностування і прогнозування технічного стану ТЗ у умовах ITS, виконуються відповідні етапи роботи, а саме визначення цілі прогнозування контрольованих параметрів ДВЗ і ТЗ; визначення горизонтів прогнозу; вибір однієї або декількох кривих, форма яких відповідає характеру зміни часового ряду; оцінка параметрів обраних кривих; перевірка адекватності обраних кривих прогнозованого процесу і остаточний вибір кривої; розрахунок прогнозу у відповідному інтервалі часу; оцінка точності прогнозування та наявність автокореляції випадкової складової [2, 12].

Метою прогнозування параметрів ДВЗ і ТЗ є дослідження динаміки і виявлення виходів за допустимі межі значень контрольованих параметрів у майбутньому. В залежності від того, в якому режимі працює ДВЗ і ТЗ, обирається горизонт для прогнозу. У разі якщо ДВЗ і ТЗ працює в складних експлуатаційних режимах, дуже важливо прогнозувати значення параметрів на короткі терміни. У випадку роботи ДВЗ і ТЗ в періодичному режимі, то необхідно забезпечити отримання вимірювань не менше одного разу протягом одного включення.

При вирішенні завдань прогнозування параметрів в часі, що мало змінюються (саме такими параметрами є основні параметри ДВЗ і ТЗ, що має високий ступінь відмовостійкості та надійності), застосовуються досвідні однопараметричні методи статистичного моделювання [4]. Реалізація прогнозних моделей здійснюється на основі моніторингової системи ІПК (моніторинг і визначення статусу несправностей ТЗ).

В ІПК «MonDiaFor «HADI-15» передбачено виконання прогнозу параметрів стану ТЗ на відповідний прогнозний час і виконання прогнозу параметрів стану ТЗ з найменшим значенням прогнозного часу, при якому відбудеться вихід за допустимі межі.

Вхідними даними для прогнозування виступають дані моніторингу та горизонт прогнозу для кожного обраного тренду. В ІПК «MonDiaFor «HADI-15» на основі прогнозуючих алгоритмів реалізовано два різновиди прогнозування: індивідуальне прогнозування для окремого параметру і прогнозування за кількома параметрами. Приклади результатів побудови прогнозних моделей наведено на рис. 3, 4.

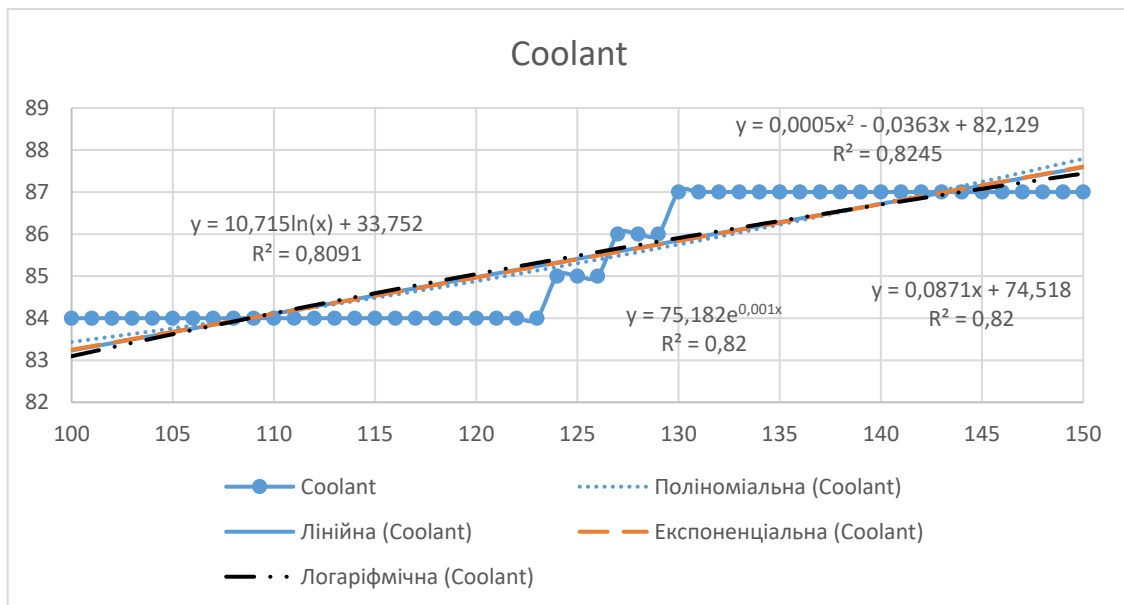


Рисунок 3 – Приклад побудови прогнозних моделей в ІПК «MonDiaFor «HADI-15» (досліджуваний параметр – температура охолоджуючої рідини двигуна, °C)

Перевірка роботоздатності комплексу підтвердила його спроможність виконувати моніторинг і визначення статусу несправностей ТЗ та прогнозування стану ТЗ у складі бортового інформаційно-діагностичного комплексу на основі розробленого віртуального підприємства з експлуатації автомобільного транспорту.



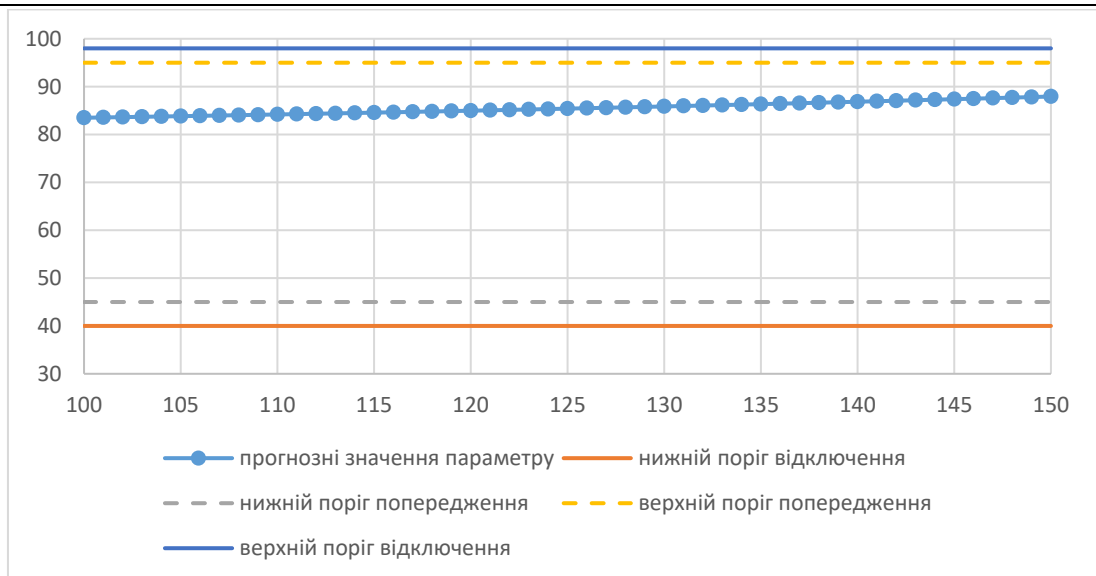


Рисунок 4 – Приклад побудови прогнозних моделей (прогноз стану ТЗ з найменшим значенням прогнозного часу, при якому відбудеться вихід за допустимі межі) в ІПК «MonDiaFor «HADI-15» (досліджуваний параметр – температура охолоджуючої рідини двигуна, °C)

**Висновки.** Запропонований підхід до формування і створення інформаційного забезпечення системи моніторингу, діагностування, прогнозування технічного стану і визначення статусу несправностей ТЗ в умовах ITS при роботі в межах віртуального підприємства з експлуатації автомобільного транспорту і розроблена структурована інформаційна модель інформаційного програмного комплексу «MonDiaFor «HADI-15».

Використання отриманих прогнозних моделей у складі бортового інформаційно-діагностичного комплексу на основі розробленого віртуального підприємства з експлуатації автомобільного транспорту дозволяє прогнозувати роботу ТЗ в процесі експлуатації в умовах ITS.

1. Матейчик В.П. Особливості моніторингу стану транспортних засобів з використанням бортових діагностичних комплексів / В.П. Матейчик, В.П. Волков, П.Б. Комов, І.В. Грицук, А.П. Комов, Ю.В. Волков // Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал – К.: НТУ, 2014. – Випуск 13, стор. 126-138.

2. Волков В.П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем. Монография / Под редакцией Волкова В.П. / В.П. Волков, В.П. Матейчик, О.Я. Никонов, П.Б. Комов, И.В. Грицук, Ю.В. Волков, Е.А. Комов // Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2013. – 398с.

3. Ахмедов Т.Н. Основы системы контроля состояния транспортного средства в процессе выполнения перевозок / Т.Н. Ахмедов, С.В. Жанказиев, А.Е. Финкель / Научные аспекты развития транспортно-телематических систем - М.: МАДИ, 2010 - с. 138 – 164.

4. Ахмедов Т.Н. Принципы определения статусов неисправностей в телематической системе контроля технического состояния автомобиля в реальном времени / Т.Н. Ахмедов / Научные аспекты развития транспортно-телематических систем - М.: МАДИ, 2010 - с. 165 – 180.

5. Волков В.П. Організація технічної експлуатації автомобілів в умовах формування інтелектуальних транспортних систем / В.П. Волков, В.П. Матейчик, П.Б. Комов, О.Б. Комов, І.В. Грицук // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ». – 2013. – № 29 (1002). с.138-144.

6. Hansen P., Wolfe B. Remote Diagnostics - the Next OEM Frontier// The Hansen Report on Automotive Electronics. Dec. 2003/Jan. 2004. Vol. 16, № 10. P. 1-3.

7. Волков В.П. Особливості моніторингу і визначення статусу несправностей транспортного засобу у складі бортового інформаційно-діагностичного комплексу / В.П. Волков, І.В. Грицук, А.П. Комов, Ю.В. Волков // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2014. – Випуск 30, с. 51-62.

8. Головин С.Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2008. – 288с.

9. Матейчик В.П. Особенности электронной идентификации транспортных средств в составе бортовых информационно-диагностических комплексов / В.П. Матейчик, В.П. Волков, П.Б. Комов, І.В. Грицук // Збірник наук. праць ДонІЗТ УкрДАЗТ. - Донецьк: ДонІЗТ, 2013 – Випуск №35. с. 78-82.

10. Хендерсон Б. OBD-II и электронные системы управления двигателем. Руководство / Б.Хендерсон, Дж. Хейнес // СПб.: Алфамер Паблишинг, 2011 – 248 с.

11. Уве Роккош. Бортовая диагностика. – М.: ООО «Издательство «За рулем»», 2013. – 224 с.

12. Технические возможности повышения ресурса автономных электростанций энергетических систем. Монография. / В.А. Атрошенко, Ю.Д. Шевцов, П.В. Яцынин, Р.А. Дьяченко, М.Н. Педько. - Краснодар: Издательский Дом - Юг, 2010. - 192 с.

## REFERENCES

1. Mateichyk, V.P., Volkov, V.P., Komov, P.B., Gritsuk, I.V., Komov, A.P. & Volkov, Iu.V. (2014). Features of monitoring of vehicles using onboard diagnostic systems [Osoblyvosti monitorynhu stanu transportnykh zasobiv z vykorystanniam bortovykh diahnostychnykh kompleksiv]. *Project management, systems analysis and logistics: Scientific journal [Upravlinnia proektamy, systemnyi analiz i lohistyka: Naukovyi zhurnal]*. Vol.13. Kyiv, NTU Publ., pp. 126-138.
2. Volkov, V.P., Mateychik, V.P., Nikonov, O.Ya., Komov, P.B., Gritsuk I.V., Volkov Yu.V. & Komov, E.A. (2013) *Integration of the technical operation of vehicles in the structures and processes of intelligent transport systems*. [Integratsiya tehnicheskoy ekspluatatsii avtomobiley v strukturyi i protsessy intelektualnykh transportnykh sistem. Monografiya]. Donetsk, Noulidzh Publ. 398 p.
3. Ahmedov, T.N., Zhankaziev, S.V. & Finkel, A.E. (2010) Fundamentals of system of control state of the vehicle on carrying out the transportation [Osnovy sistemy kontrolya sostoyaniya transportnogo sredstva v protsesse vyipolneniya perevozok]. *Scientific aspects of transport and telematics systems [Nauchnye aspekty razvitiya transportno-telematicheskikh system]*. Moscow, MADI Publ., pp. 138 – 164.
4. Ahmedov, T.N. (2010) Principles for determining the fault status in telematics system of the technical condition of the vehicle in real time [Printsiipyi opredeleniya statusov neispravnostey v telematicheskoy sisteme kontrolya tehnicheskogo sostoyaniya avtomobilya v realnom vremeni]. *Scientific aspects of transport and telematics systems [Nauchnye aspekty razvitiya transportno-telematicheskikh system]*. Moscow, MADI Publ., pp. 165-180.
5. Volkov, V.P., Mateichyk, V.P., Komov, P.B., Komov, O.B. & Gritsuk I.V. (2013) Organization of technical operation of vehicles in the formation of intelligent transport systems [Orhanizatsiia tekhnichnoi ekspluatatsii avtomobiliv v umovakh formuvannia intelektualnykh transportnykh sistem]. *Vestnik of National Technical University "KPI"*. Collection of scientific papers. Series: automobile- and tractor construction. [Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Zbirnyk naukovykh prats. Seriya: Avtomobile- ta traktorobuduvannia]. Kharkiv, NTU “KnPI” Publ. Vol. 29(1002), pp. 138-144.
6. Hansen, P.& Wolfe, B. Remote Diagnostics - the Next OEM Frontier// *The Hansen Report on Automotive Electronics*. Dec. 2003/Jan. 2004. Vol. 16, № 10. P. 1-3.
7. Volkov, V.P., Gritsuk, I.V., Komov, A.P. & Volkov, Iu.V. (2014) Features of monitoring and determination status of fault on vehicle consisting of onboard information and diagnostic complex [Osoblyvosti monitorynhu i vyznachennia statusu nespravnosti transportnoho zasobu u skladi bortovoho informatsiino-diahnostychnoho kompleksu]. *Bulletin of the National Transport University [Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu]*. Vol. 30. Kyiv, NTU Publ., pp. 51-62.
8. Golovin, S.F. (2008) *Technical service of transport vehicles and equipment [Tehnicheskii servis transportnykh mashin i oborudovaniya]*. Moscow, Alfa-M Publ., INFRA-M Publ. 288 p.
9. Mateychik, V.P., Volkov, V.P., Komov, P.B. & Gritsuk I.V. (2013) Features of the electronic identification of vehicles as part of on-board information and diagnostic complexes [Osobennosti elektronnoy identifikatsii transportnykh sredstv v sostave bortovykh informatsionno-diaagnosticheskikh kompleksov]. *Compilation Science. works DonIzt UkrDAZT [Zbirnyk nauk. prats DonIzt UkrDAZT]*. Vol. 35. Donetsk, DonIzt Publ., pp. 78-82.
10. Henderson, B. & Heynes, Dzh. (2011) *OBD-II and the electronic engine management system. Guidance [OBD-II i elektronnyie sistemyi upravleniya dvigatelem. Rukovodstvo]*. SPb., Alfamer Publishing. 248 p.
11. Uve Rokosh (2013) *On-board diagnostics [Bortovaya diagnostika]*. Moscow, OOO «Izdatelstvo «Za rulem»» Publ. 224 p.
12. Atroschenko, V.A., Shevtsov, Yu.D., Yatsyinin, P.V., Dyachenko, R.A. & Pedko, M.N. (2010) *Technical capabilities improve resource of autonomous power stations energy systems. [Tehnicheskiiye vozmozhnosti povysheniya resursa avtonomnykh elektrostantsiy energeticheskikh sistem. Monografiya]*. Krasnodar, Izdatelskiy Dom – Yug Publ. 192 p.

**Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В., Волков Ю.В. Особенности информационной системы мониторинга и прогнозирования параметров технического состояния двигателя и транспортного средства в условиях ITS**

В статье представлен подход к формированию системы дистанционного мониторинга, диагностики, прогнозирования технического состояния и определения статуса неисправностей транспортного средства в составе бортового информационного программно-диагностического комплекса, который работает во взаимодействии с виртуальным предприятием в условиях ITS. Система позволяет в оперативном режиме на основе информационных и аппаратно-программных возможностей дистанционного мониторинга и конкретной системы управления осуществлять прогнозирование параметров технического состояния и учитывать дорожные и эксплуатационные условия работы двигателя и движения транспортного средства.

**Ключевые слова:** транспортное средство, мониторинг параметров, диагностика, прогнозирование, техническое состояние, статус, информационная транспортная система.

**V. Volkov, I. Gritsuk, Yu. Gritsuk, Yu. Volkov. The features of information system for monitoring and forecasting the parameters of technical condition of the engine and vehicle under the terms of ITS.**

In the article an approach to the development of system of remote monitoring, diagnostics, technical forecasting and determining the vehicle fault status as the part of the on-board diagnostic information and software complex, which works in conjunction with a virtual company in the ITS environment, is represented. The system allows in an operative mode on the basis of the information and hardware and software capabilities of remote monitoring and the control system to carry out a specific prediction of technical condition parameters and take into account the traffic and the operating conditions of the engine and of the vehicle.

**Keywords:** vehicle, monitoring the parameters, diagnosis, prognosis, technical condition, status, information transport system.

**АВТОРИ:**

*ВОЛКОВ Володимир Петрович*, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технічна експлуатація і сервіс автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [tesa@khadi.kharkov.ua](mailto:tesa@khadi.kharkov.ua)

*ГРИЦУК Ігор Валерійович*, кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [gritsuk\\_iv@ukr.net](mailto:gritsuk_iv@ukr.net)

*ГРИЦУК Юрій Валерійович*, кандидат технічних наук, доцент кафедри загальної інженерної підготовки, Донбаська національна академія будівництва і архітектури (м. Краматорськ), e-mail: [yuri.gritsuk@gmail.com](mailto:yuri.gritsuk@gmail.com)

*ВОЛКОВ Юрій Володимирович*, аспірант кафедри технічна експлуатація і сервіс автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [tesa@khadi.kharkov.ua](mailto:tesa@khadi.kharkov.ua)

**АВТОРЫ:**

*ВОЛКОВ Владимир Петрович*, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технической эксплуатация и сервис автомобилей, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: [tesa@khadi.kharkov.ua](mailto:tesa@khadi.kharkov.ua)

*ГРИЦУК Игорь Валериевич*, к.т.н., доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: [gritsuk\\_iv@ukr.net](mailto:gritsuk_iv@ukr.net)

*ГРИЦУК Юрий Валериевич*, к.т.н., доцент кафедры общей инженерной подготовки, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры (г. Краматорск), e-mail: [yuri.gritsuk@gmail.com](mailto:yuri.gritsuk@gmail.com)

*ВОЛКОВ Юрий Владимирович*, аспирант кафедры технической эксплуатация и сервис автомобилей, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университете, e-mail: [tesa@khadi.kharkov.ua](mailto:tesa@khadi.kharkov.ua)

**AUTHORS:**

*Volodymyr VOLKOV*, Doctor of Science in Engineering, Professor, Head of Department “Technical Exploitation and Service of Cars”, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: [tesa@khadi.kharkov.ua](mailto:tesa@khadi.kharkov.ua)

*Igor GRITSUK*, PhD. in Engineering, Assoc. Professor, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: [gritsuk\\_iv@ukr.net](mailto:gritsuk_iv@ukr.net)

*Yuriy GRITSUK*, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of Department of General Engineering Training, Donbas National Academy o Civil Engeneering and Architecture (Kramators’k), e-mail: [yuri.gritsuk@gmail.com](mailto:yuri.gritsuk@gmail.com)

*Yuriy VOLKOV*, Postgraduate Student of Department “Technical Exploitation and Service of Cars”, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: [tesa@khadi.kharkov.ua](mailto:tesa@khadi.kharkov.ua)

Стаття надійшла в редакцію 30.03.2016р.