

ОСОБЛИВОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ І ВИЗНАЧЕННЯ СТАТУСУ НЕСПРАВНОСТЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ В УМОВАХ ITS

Волков В.П., Грицук І.В., Волков Ю.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет,

Грицук Ю.В.

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті представлений 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 на основі інформаційних і апаратно-програмних можливостей конкретної системи управління враховувати дорожні та експлуатаційні умови руху ТЗ в оперативному режимі. Для визначення статусу несправностей ТЗ створений механізм, який використовує інформаційний обмін в процесі дистанційного моніторингу як в ручному і напівавтоматичному, так і в автоматичному режимі.

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

Вступ. Для організації ТО і Р з урахуванням стану ТЗ наприкінці 1990-х р. р. у США й країнах ЄС були прийняті стандарти, які ввели обов'язковість оснащення транспортних засобів (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 обладнають бортовою діагностикою OBD-II (On-Board Diagnostics II), яка використовує діагностичні коди несправностей (або помилок) (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.

Найбільш ефективною і найменш витратною комбінацією для реалізації інтелектуального моніторингу технічного стану ТЗ є система, що включає в себе поєднання штатного і опційного інформаційно-діагностичного обладнання, яке програмно вбудовано в навігаційно-зв'язковий комплекс і реалізує функції супутникової навігації.

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 окремих вузлів і систем ТЗ. При цьому взаємодія бортового навігаційного обладнання з основними технологічними складовими системи моніторингу технічного стану ТЗ повинно здійснюватись в рамках єдиної ідеології мобільної інформаційно-діагностичної системи [2–5].

Актуальність досліджень. Аналіз технічних рішень, які випускаються 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 інсталювати 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]. У світі (наприклад, МадГТУ (МАДІ), Російська федерація) розробляються системи визначення статусів несправностей в телематичній системі контролю технічного стану ТЗ в реальному часі [3, 4, 6].

У 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–ТЕСА», 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 досягнення поставленої мети авторами розроблений БІПДК, 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 БІПДК 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 екрана у БІПДК 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].

У межах описаного БІПДК 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.

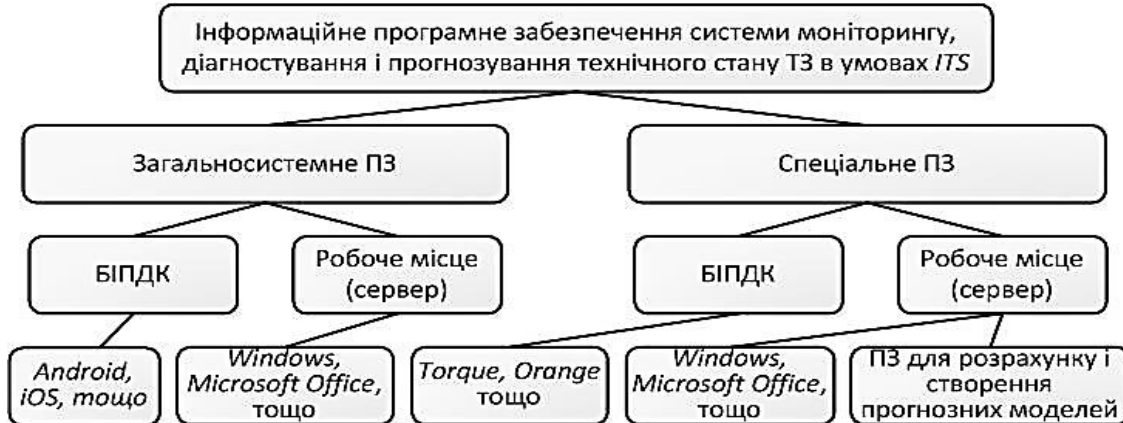


Рисунок 1 – Структура інформаційного забезпечення системи моніторингу, діагностування і прогнозування технічного стану ТЗ в умовах *ITS*

Інформаційне забезпечення системи моніторингу, діагностування і прогнозування технічного стану транспортного засобу в умовах *ITS* складається з двох основних частин і має адресну спрямованість, а саме програмного забезпечення загального призначення і спеціального програмного забезпечення, яке являє собою програмний код, що виконує збір, зберігання та обробку інформації ДВЗ і ТЗ [2, 12]. Програмна спрямованість ПЗ відноситься безпосередньо до БІПДК і до робочого місця внутрішньої мережі або сервера. Згідно з вимогами до ПЗ і інформаційної системи [2, 12], вона реалізує вирішення таких задач: збирання даних з ДВЗ і ТЗ; зберігання даних у файлі БД; побудова функціональних залежностей у часі; побудова прогнозу технічного стану ДВЗ і ТЗ за визначеними параметрами.

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, підсистема обробки даних і 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.

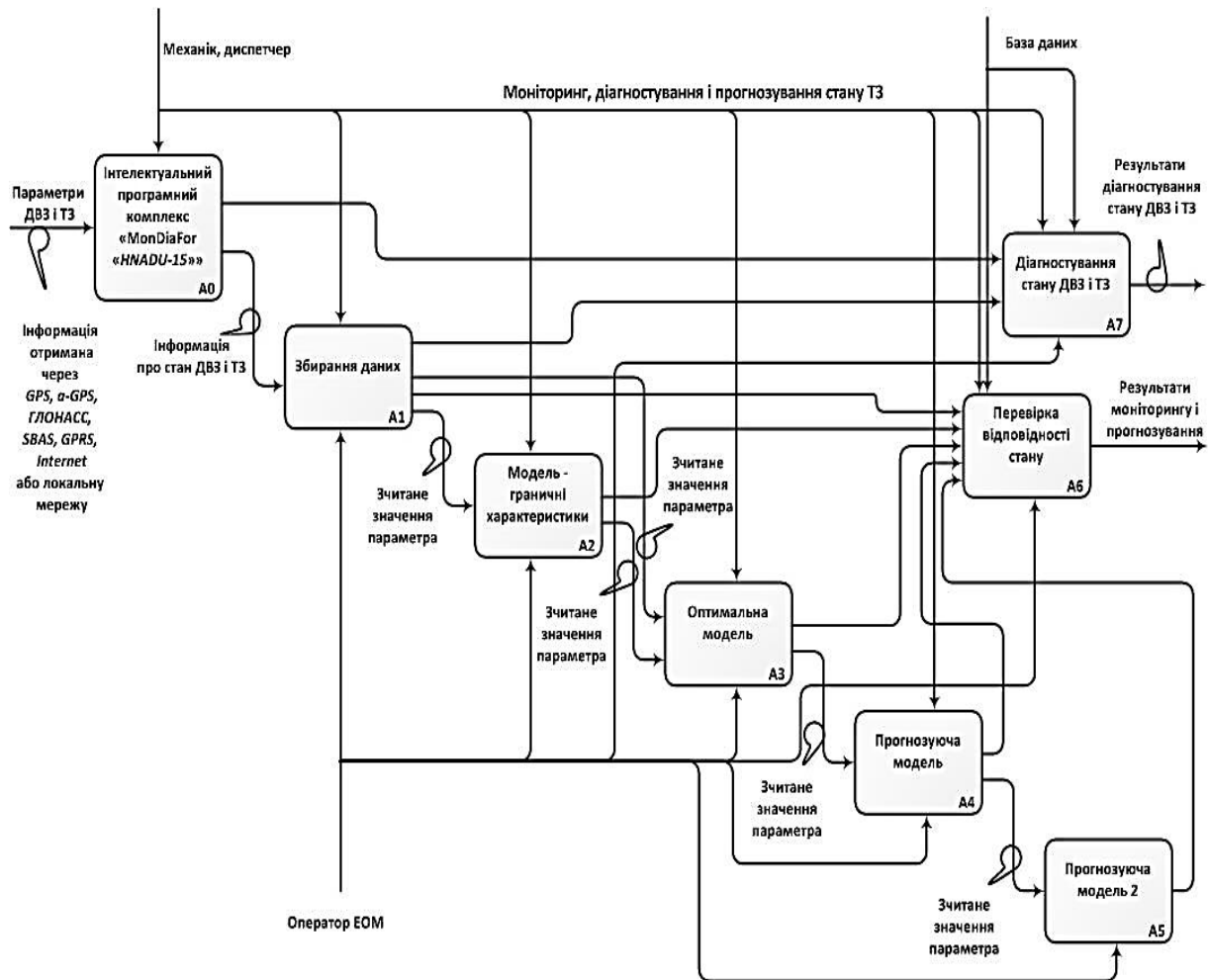


Рисунок 2 – Структурована інформаційна модель ПК «MonDiaFor «HADI-15»»

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 в 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 наявності 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 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 мають високий ступінь відмовостійкості та надійності), застосовуються дослідні однопараметричні методи статистичного моделювання [4].

Крім описаних вище можливостей, система моніторингу, діагностування, прогнозування технічного стану і визначення статусу несправностей ТЗ у поєднанні з бортовим інформаційно-діагностичним комплексом має можливість здійснювати моніторинг і визначення несправностей ТЗ (рис. 2). У складі бортового БПДК моніторинг і визначення статусу несправностей ТЗ можуть існувати три основні варіанти, що показані на рис. 3.

Моніторинг і визначення статусу несправностей безпосередньо на борту ТЗ з використанням БПДК без взаємодії водія ТЗ з віртуальним підприємством з експлуатації автомобільного транспорту виконується за блок-схемою на рис. 3а. У цьому випадку моніторинг реалізується за допомогою бортового БПДК, який представлений планшетом (смартфоном) зі встановленим відповідним програмним забезпеченням.

Первинним сигналом для виконання моніторингу і визначення статусу несправностей на борту ТЗ є поява сигналу на щитку приладів. Для цього в ТЗ, оснащених *OBD-II*, на щитку приладів встановлена контрольна лампа з текстом «Service Engine Soon» або «Check Engine», яка відома фахівцям під загальною назвою МІ, що означає Malfunction Indicator Lamp (тобто буквально – контрольна лампа несправності) [2, 10, 11], або контрольною лампою системи управління двигуном. Включення лампи не говорить про необхідність негайного обслуговування. Деякі діагностичні коди несправності генеруються і зберігаються в пам'яті блока управління і без загорання контрольної лампи. Інші проблеми, що потребують уваги, ініціюють включення контрольної лампи. Загорання лампи говорить про необхідність підключення пристрою зчитування кодів несправності, щоб побачити, який код був генерований або необхідності звернення на станцію технічного обслуговування (СТО). Іноді контрольна лампа загорається і через деякий час гасне (іноді це відбувається при наступній поїздки), створюючи враження про те, що несправність пропала. Якщо проблеми більше немає, то в блоці управління все одно зберігаються відомості про такі періодичні виявлені несправності, що може допомогти водію або механіку пізніше.

Отримавши кодовану інформацію від штатних систем вбудованого контролю через адаптер (сканер) *OBD-II* за допомогою *USB* або *Wi-Fi*, або *Bluetooth*, БПДК виробляє за допомогою опціональних пристроїв і алгоритмів власного програмного забезпечення, ідентифікацію кодів і формування масиву «діагностичних повідомлень». Ідентифікація кодів має на меті розпізнавання станів ТЗ, небезпечних для подальшого продовження роботи, що в першу чергу, створюють загрозу ДТП, дорогого ремонту, втрати дилерської гарантії та інших несприятливих наслідків. Після цього водій має змогу, або усунути несправність відразу на місці, або рухатися до найближчої СТО для усунення несправності там, або зупинити ТЗ і викликати сервісні служби (евакуатор, іншу техніку або ТЗ на підміну).

Моніторинг і визначення статусу несправностей в напівавтоматичному режимі на борту ТЗ з використанням БПДК із взаємодією з віртуальним підприємством з експлуатації АТ виконується водієм ТЗ при дистанційному контакті з учасниками процесу контролю за станом ТЗ на автоматизованому робочому місці внутрішньої мережі за блок-схемою на рис. 3б. У цьому випадку поставлена задача вирішується за допомогою бортового БПДК при передачі отриманої від ДВЗ ТЗ інформації через *GPS*, *a-GPS*,

ГЛОНАСС, SBAS, GPRS, Internet або локальну мережу в Web-сервер, у базу даних і, в залежності від поставленої задачі в процесі дослідження роботи двигуна ТЗ – на автоматизоване робоче місце внутрішньої мережі.

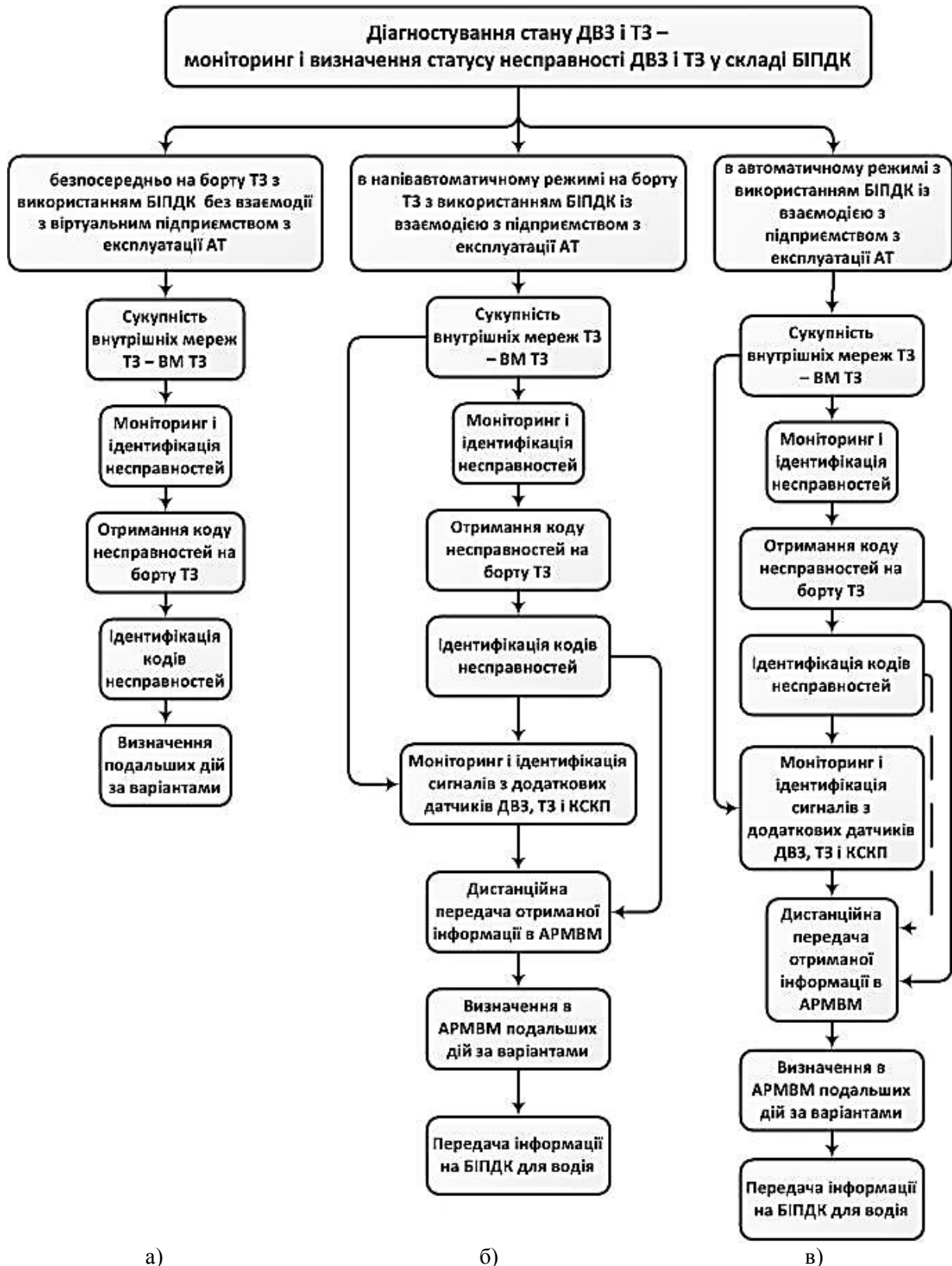


Рисунок 3 – Варіанти моніторингу і визначення статусу несправностей ТЗ у складі бортового інформаційно-діагностичного комплексу в межах роботи ІПК «MonDiaFor «HADI-15»»

Первинним сигналом для виконання моніторингу і визначення статусу несправностей на борту ТЗ є поява сигналу на щитку приладів – загорання контрольної

лампи з текстом «Check Engine». Отримавши кодовану інформацію від штатних систем вбудованого контролю через адаптер (сканер) *OBD-II* за допомогою *USB* або *Wi-Fi*, або *Bluetooth*, БПДК виробляє за допомогою опційних пристроїв і алгоритмів власного програмного забезпечення, ідентифікацію кодів і формування масиву «діагностичних повідомлень», який передається через *GPS*, *a-GPS*, *ГЛОНАСС*, *SBAS*, *GPRS*, *Internet* або локальну мережу в *Web*-сервер, у базу даних і на автоматизоване робоче місце внутрішньої мережі (АРМВМ) [10, 11]. На автоматизованому робочому місці приймається сигнал про розпізнавання коду несправності ТЗ і одночасно приймається інформація від контролера сканера-комунікатора (трекера) для зчитування інформації про параметри ДВЗ і ТЗ [10, 11] сукупності ВМ ТЗ з датчиків, що встановлені додатково. На автоматизованому робочому місці зіставляється отримана інформація і приймається рішення про подальшу експлуатацію ТЗ: або усунути несправність відразу на місці, або рухатися до найближчої СТО для усунення несправності там, або зупинити ТЗ і викликати евакуатор (іншу техніку або ТЗ на підміну). Про прийняте рішення передається інформація на БПДК, де виводиться на екран для виконання прийнятого рішення водієм ТЗ. Крім цього, слід зазначити, що в цьому варіанті залишається можливість використовувати досвід і кваліфікацію водія для моніторингу і ідентифікації несправностей ДВЗ і ТЗ.

Моніторинг і визначення статусу несправностей на борту ТЗ з використанням БПДК [2–4, 7, 10–12] у порівнянні з першим варіантом, вирішує наступні завдання: визначення найбільш відповідної СТО в залежності від характеру несправності; вибір місця проведення ремонту: на місці зупинки ТЗ, після транспортування ТЗ на СТО (своїм ходом з урахуванням консультацій фахівця, своїм ходом за умови керування ТЗ співробітником СТО, на буксирі, за допомогою евакуатора тощо); підбір оптимального технологічного ланцюга ремонтних впливів і необхідної виробничо-технічної бази (постів, обладнання, інструменту, оснащення, матеріалів тощо) на основі достовірного розпізнавання характеру несправності; визначення форми оплати виходячи з оперативної ситуації з експлуатації ТЗ; формування, підтримка і постійне поповнення інформаційної бази за всіма формами прояву несправностей і передвідмовних станів ТЗ, що повинно забезпечувати високу достовірність розпізнавання ознак несправностей з урахуванням накопиченого досвіду.

Моніторинг і визначення статусу несправностей в автоматичному режимі з використанням БПДК із взаємодією з підприємством з експлуатації АТ відбувається при дистанційному контакті з учасниками процесу контролю за станом ТЗ на АРМВМ за блок-схемою на рис. 3в. У цьому випадку поставлена задача вирішується за допомогою адаптера (сканера) *OBD-II* для зчитування інформації про параметри ДВЗ і ТЗ [2–4, 7, 10–12] сукупності ВМ ТЗ зі штатних датчиків, що встановлені на ДВЗ і ТЗ через підключення до спряженого пристрою, за допомогою *USB* або *Wi-Fi*, або *Bluetooth* на БПДК, і за допомогою контролера сканера-комунікатора (трекера) для зчитування інформації про параметри ДВЗ і ТЗ [2–4, 7, 10–12] сукупності ВМ ТЗ з датчиків, що встановлені додатково, і передають отриману інформацію через *GPS*, *a-GPS*, *ГЛОНАСС*, *SBAS*, *GPRS*, *Internet* або локальну мережу (в подальшому – зовнішні і локальні мережі) у *Web*-сервер, в базу даних і на автоматизоване робоче місце внутрішньої мережі.

Первинним сигналом для виконання моніторингу і визначення статусу несправностей на борту ТЗ є поява сигналу на щитку приладів – загорання контрольної лампи з текстом «Check Engine». Але розпізнавання несправності на борту ТЗ може відбуватися як додаткова операція. В автоматичному режимі розпізнавання несправності відбувається в автоматизованому робочому місці внутрішньої мережі наступним чином. Якщо код несправності або сигнал від додаткового датчика СП з ТА визнається безпечним, то система виводить необхідну для водія інформацію на дисплей – в даному випадку контрольна лампа з текстом «Check Engine» не загорається. При цьому водій ТЗ може продовжувати рух, а система повертається в режим очікування. Якщо код

визнається небезпечним, то система в АРМВМ повинна оцінити можливість розпізнавання несправності із заданою вірогідністю. Коли така можливість є, слід визначити параметри, необхідні для розпізнавання коду (як правило, вибирається з бази даних експлуатації ТЗ). Оцінивши можливість отримання необхідних параметрів на ТЗ, система в АРМВМ приймає рішення призвести зчитування параметрів. Якщо зчитування неможливе, система формує закодований сигнал для відправки через зовнішні і локальні мережі в *Web*-сервер в АРМВМ. Після отримання необхідних даних відбувається розпізнавання несправності. Розпізнавши несправність, система визначає ступінь її небезпеки.

При цьому небезпека коду несправності і небезпека самої несправності – це не одне і те ж саме. Наприклад, код, який попередньо визнаний системою небезпечним, може говорити про наявність різних несправностей, частина з яких становить небезпеку, а частина – ні. Якщо несправність розпізнана й небезпечна, інформація про це передається в АРМВМ, а водій інформується спеціальним сигналом на дисплеї БПДК. Якщо АРМВМ потребує додаткової інформації від ТЗ, то через додаткові датчики і трекер вона отримується через зовнішні і локальні мережі в *Web*-сервер. Якщо несправність розпізнана і не небезпечна, то на дисплей водія не виводяться ніякі сигнали, і система повертається в режим очікування.

Отримавши кодовану інформацію від штатних систем вбудованого контролю на борту ТЗ, через адаптер (сканер) *OBD-II* за допомогою *USB* або *Wi-Fi*, або *Bluetooth*, БПДК (аналогічно попередньому варіанту, але вже як додаткова операція) виробляє за допомогою опційних пристроїв і алгоритмів власного програмного забезпечення ідентифікацію кодів і формування масиву «діагностичних повідомлень», який передається через зовнішні і локальні мережі в *Web*-сервер, в базу даних і на автоматизоване робоче місце внутрішньої мережі (АРМВМ). На автоматизованому робочому місці приймається сигнал про розпізнавання коду несправності ТЗ і одночасно приймається інформація від контролера сканера-комунікатора (трекера) для зчитування інформації про параметри ДВЗ і ТЗ [2–4, 7, 10–12] сукупності ВМ ТЗ з датчиків, що встановлені додатково. На автоматизованому робочому місці співставляється отримана інформація і приймається рішення про подальшу експлуатацію ТЗ: або усунути несправність відразу на місці, або рухатися до найближчої СТО для усунення несправності там, або зупинити ТЗ і викликати евакуатор (іншу техніку або ТЗ на підміну). Про прийняте рішення передається інформація на БПДК, де виводиться на екран для водія ТЗ.

Моніторинг і визначення статусу несправностей в автоматичному режимі з використанням БПДК у порівнянні з першим варіантом вирішує аналогічні завдання, що і в другому варіанті. Автоматична взаємодія з АРМВМ (без участі водія) [2–4, 7, 9, 10–12] має ряд переваг: оперативність розпізнавання несправності в кілька разів вище, ніж в перших двох варіантах; висока достовірність розпізнавання завдяки можливості системного порівняння кодів несправностей, що з'являються, з основними поточними показниками роботи елементів і систем ТЗ за допомогою бази даних СТО; мінімізація витрат часу на усунення несправностей за рахунок оперативного резервування виробничо-технічної бази на заздалегідь обраній сервісній станції; суттєва економія фінансових коштів за рахунок високої достовірності та оперативності виявлення несправностей, оптимальної організації ремонтних робіт; повне або часткове звільнення водія від процедури діагностування та відновлення транспортного засобу.

Розробивши і налаштувавши систему моніторингу і визначення статусу несправностей ТЗ, оснащеного системою прогріву, у складі бортового БПДК у відповідності до розглянутих трьох варіантів можливе визначення великої кількості несправностей як прямо на борту ТЗ, що дозволить скоротити час розпізнавання несправності, скоротити обмін інформацією між бортом ТЗ і АРМВМ і розвантажити серверну частину, так і безпосередньо на АРМВМ. При цьому вибір варіанта

використання, в першу чергу, залежить від кваліфікації і досвіду водія і розвиненості сервісної служби підприємства.

Оптимальна робота системи здійснюється завдяки добре відпрацьованому алгоритму і програмному забезпеченню (ПЗ) щодо взаємодії як в середині БПДК, так і в загальній мережі взаємодії БПДК і АРМВМ. Від алгоритму і ПЗ залежить швидкодія системи, достовірність визначення несправності, що дозволяє провести своєчасну і якісну діагностику автомобіля, тим самим запобігти виходу з ладу відповідальних вузлів і агрегатів ТЗ. При цьому розробляти слід два різні окремі алгоритми і ПЗ роботи системи, які працюють як окремо, так і спільно між собою - для бортової частини БПДК і для взаємодії БПДК з АРМВМ, кожен з яких вносить свій особистий внесок у загальний результат.

Розпізнавання несправності має займати не більше кількох хвилин, що важливо, якщо йдеться про відмови систем безпеки ТЗ. При цьому водій, побачивши сигнал виникнення несправності, повинен активізувати БПДК відповідно регламенту його роботи. Оператор АРМВМ, виконавши розпізнавання з підключенням фахівця ремонтної служби, повинен прийняти рішення про характер подальших дій і проінформувати про них водія.

Залежно від виду та ступеня небезпеки несправності, вказівки оператора можуть носити рекомендаційний або обов'язковий характер, виходячи з яких визначається і режим подальшого руху, в тому числі до СТО. Одночасно з цим проводиться навігаційне визначення положення ТЗ [2–4, 7, 9, 10–12] на мапі і орієнтування його щодо придорожньої сервісної інфраструктури з метою вибору найбільш відповідної СТО для усунення виявленої несправності та оптимального маршруту руху до нього. Паралельно з рухом (переміщенням) ТЗ до СТО безпосередньо на сервісі резервується виробничо-технічна база (пости, робочі, інструмент, запасні частини тощо) і опрацьовується технологічний процес відновлювальних, обслуговуючих, регулювальних і контрольних діагностичних робіт, що дозволить мінімізувати втрати часу на технічні впливи в сервісному центрі.

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

Висновок. 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»».

Виконаний моніторинг і визначення статусу несправностей ТЗ у складі бортового інформаційно-діагностичного комплексу на основі розробленого віртуального підприємства з експлуатації автомобільного транспорту і представлені варіанти визначення несправностей ТЗ в процесі експлуатації транспортного засобу в умовах *ITS*.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

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. – С. 126-138.

2. Волков В. П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем : монография / Под ред. В. П. Волкова / 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. – 398 с.

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 / С. Ф. Головин. – М. : Альфа-М : ИНФРА-М, 2008. – 288 с.
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 Паблшинг, 2011 – 248 с.
11. Уве Рокош. Бортовая диагностика. – М. : ООО Издательство «За рулем». – 2013. – 224 с.
12. Технические возможности повышения ресурса автономных электростанций энергетических систем : монография / В. А. Атрощенко, Ю.Д. Шевцов, П. В. Яцынин, Р. А. Дьяченко, М. Н. Педько. – Краснодар : Издательский Дом-Юг, 2010. – 192 с.

REFERENCES

1. Mateyjchik V. P. Osoblivosti monitoringu stanu transportnikh zasobiv z vikoristannyam bortovikh diagnostichnikh kompleksiv / V. P. Mateyjchik, V. P. Volkov, P. B. Komov, I. V. Gricuk, A. P. Komov, Yu. V. Volkov // Upravlinnya proektami, sistemnij analiz i logistika : naukoviy zhurnal – K. : NTU, 2014. – Vipusk 13. – S. 126-138.
2. Volkov V. P. Integraciya tekhnicheskoyj ehkspluatacii avtomobiley v strukturih i processih intellektualjnihkh transportnikh sistem : monografiya / Pod red. V. P. Volkova / V. P. Volkov, V. P. Mateyjchik, O. Ya. Nikonov, P. B. Komov, I. V. Gricuk, Yu. V. Volkov, E. A. Komov. – Doneck : Izd-vo «Noulidzh», 2013. – 398 s.
3. Akhmedov T. N. Osnovih sistemih kontrolya sostoyaniya transportnogo sredstva v processe vihpolneniya perevozok / T. N. Akhmedov, S. V. Zhankaziev, A. E. Finkelj // Nauchnihe aspektih razvitiya transportno-telematicheskikh sistem – M. : MADI, 2010 – S. 138-164.
4. Akhmedov T. N. Principi opredeleniya statusov neispravnosteyj v telematicheskoyj sisteme kontrolya tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobilya v realjnom vremeni / T. N. Akhmedov // Nauchnihe aspektih razvitiya transportno-telematicheskikh sistem. – M. : MADI, 2010 – S. 165-180.
5. Volkov V. P. Organizaciya tekhnichnoï ehkspluatacii avtomobiliv v umovakh formuvannya intelektualjnihkh transportnikh sistem / V. P. Volkov, V. P. Mateyjchik,

P. B. Komov, O. B. Komov, I. V. Gricuk // Visnik Nacionaljnogo tekhnichnogo universitetu «KhPI» : zbirnik naukovikh pracj. Seriya: Avtomobile- ta traktorobuduvannya. – Kh. : NTU «KhPI». – 2013. – № 29 (1002). – S. 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. Osoblivosti monitoringu i viznachennya statusu nespravnosteyj transportnogo zasobu u skladi bortovogo informacijno-diagnostichnogo kompleksu / V. P. Volkov, I. V. Gricuk, A. P. Komov, Yu. V. Volkov // Visnik Nacionaljnogo transportnogo universitetu. – K. : NTU, 2014. – Vipusk 30. – S. 51-62.

8. Golovin S. F. Tekhnicheskijj servis transportnikkh mashin i oborudovaniya / S. F. Golovin. – M. : Aljfa-M : INFRA-M, 2008. – 288 s.

9. Mateyichik V. P. Osobennosti ehlektronnoj identifikacii transportnikkh sredstv v sostave bortovihkh informacionno-diagnosticheskikh kompleksov / V. P. Mateyichik, V. P. Volkov, P. B. Komov, I. V. Gricuk // Zbirnik nauk. pracj DonIZT UkrDAZT. – Donecjk : DonIZT, 2013 – Vipusk № 35. – S. 78-82.

10. Khenderson B. OBD-II i ehlektronnihe sistemih upravleniya dvigatelem. Rukovodstvo / B. Khenderson, Dzh. Kheyjnes. – SPb. : Alfamer Publishing, 2011 – 248 s.

11. Uve Rokosh. Bortovaya diagnostika. – M. : OOO Izdatelstvo «Za rulem». – 2013. – 224 s.

12. Tekhnicheskie vozmozhnosti povihsheniya resursa avtonomnikkh ehlektrostantsijj ehnergeticheskikh sistem : monografiya / V. A. Atrothenko, Yu.D. Shevcov, P. V. Yacihnin, R. A. Djyachenko, M. N. Pedjko. – Krasnodar : Izdateljskijj Dom-Yug, 2010. – 192 s.

Волков В.П., Грицук И.В., Грицук Ю.В., Волков Ю.В. ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАТУСА НЕИСПРАВНОСТЕЙ 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, работающего во взаимодействии с виртуальным предприятием в условиях ITS. Система позволяет на основе информационных и аппаратно-программных возможностей конкретной системы управления учитывать дорожные и эксплуатационные условия движения ТС в оперативном режиме. Для определения статуса неисправностей ТС создан механизм, использующий информационный обмен в процессе дистанционного мониторинга как в ручном и полуавтоматическом, так и в автоматическом режиме.

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

Volkov V.P., Gritsuk I.V., Gritsuk Ju.V., Volkov Ju.V. FEATURES OF THE INFORMATION SYSTEM TECHNICAL CONDITION MONITORING AND FAULT STATUS DETERMINATION VEHICLE UNDER CONDITIONS ITS

The paper presents an approach to the formation of a system of remote monitoring, diagnosis, prediction of technical condition and fault status of the vehicle as part of on-board diagnostic information and software complex, working in conjunction with the virtual enterprise under ITS. The system allows on the basis of information and hardware and software features specific control system to take into account road and operating conditions of the vehicle online. To determine the status of a vehicle breakdown, a mechanism that uses information exchange in the remote monitoring, both in manual and semi-automatic and automatic.

Keywords: vehicle, data monitoring, diagnosis, prognosis, technical condition, the fault, status, information transport system.

© Волков В.П., Грицук И.В., Грицук Ю.В., Волков Ю.В.

Статтю прийнято
до редакції 31.03.15