

СТРУКТУРНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЗБИРАННЯ ДАНИХ І МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Волков В. П., д.т.н., проф., завідувач кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету;

Грицук І. В., д.т.н., професор кафедри експлуатації судових енергетичних установок Херсонської державної морської академії, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net, ORCID: 0000-0001-7065-6820;

Грицук Ю. В., к.т.н., доц., в.о. завідувача кафедри загальної інженерної підготовки Донбаської національної академії будівництва і архітектури (м. Краматорськ), ORCID: 0000-0003-3389-1172;

Волков Ю. В., аспірант кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

В роботі представлено обґрунтування структурного підходу до розробки автоматизованої системи збирання даних і моніторингу параметрів технічного стану транспортного засобу під час експлуатації в умовах ITS. Обґрунтовано і запропоновано підхід до формування математичних моделей оцінювання поточного і прогнозування параметрів технічного стану автомобіля в умовах ITS при роботі в межах віртуального підприємства з експлуатації автомобільного транспорту. Визначено основні інформаційні елементи об'єктів автоматизації транспортного засобу. Здійснено аналіз інформаційної моделі предметної області транспортного засобу. Запропоновано інформаційні взаємодії залежностей для реалізації.

Ключові слова: збір даних, моніторинг, параметр, транспортний засіб, математична модель.

Вступ Для ефективної роботи транспортних засобів (ТЗ) в умовах оточуючого середовища необхідно постійно здійснювати їх конструктивну модернізацію та використовувати нові технологічні й інформаційні методи та підходи вибору стратегії технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) ТЗ. Конструктивна модернізація ТЗ, полягає у широкомасштабному використанні електронних (комп'ютерних, інформаційних) систем, які контролюють різноманітні процеси, що відбуваються під час виконання поставлених завдань перед ТЗ, забезпечують інформатизацію означених процесів, оптимізують та планують їх роботу, а також створюють умови для проведення моніторингу параметрів технічного стану. При цьому важливим завданням є оптимізація та обґрунтування комплексу технічних дій для поліпшення ТО і(або) Р й забезпечення високого коефіцієнту технічної готовності ТЗ в умовах експлуатації, що змінюються у часі [1].

Використання ТЗ в нестационарних умовах експлуатації вимагає постійного контролю фактичного його стану, проведення необхідних технічних дій з обслуговування для забезпечення належного працездатного стану. Подібна інтерпретація умов використання ТЗ можлива лише за умов моніторингу технічного стану, які ґрунтуються на обробці апріорної інформації, безперервній діагностиці та прогнозуванні параметрів їх технічного стану. Перед науковцями, що займаються питаннями експлуатації ТЗ, постають проблеми забезпечення повноцінного зв'язку між процесами експлуатації ТЗ і параметрами умов експлуатації [2, 3], узагальнення та удосконалення методів прогнозування технічного стану ТЗ [1], урахування та контролю параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації, а саме: формування підходу до розробки автоматизованої системи збирання даних і моніторингу параметрів технічного стану ТЗ.

Постановка задачі. Метою статі є вирішення актуального питання формування структурного підходу до розробки автоматизованої системи збирання даних і моніторингу параметрів технічного стану транспортного засобу.

Основні результати. Для формування структурного підходу і визначення предметної області інформаційної системи оцінювання параметрів технічного стану в

умовах експлуатації ТЗ при проведенні моніторингу була використана діаграма потоків даних (DFD – Data Flow Diagramm) [4, 5–9, 14] у нотації «Йордона–Де Марко» [11]. До функціональних завдань розробленої інформаційної системи моніторингу ТЗ відносимо ідентифікацію, моніторинг параметрів, діагностування технічного стану ТЗ та оцінка умов експлуатації ТЗ засобами ITS [8–14].

У межах DFD-діаграми [12, 14] авторами запропоновано структуру моделі інформаційного забезпечення системи моніторингу технічного стану ТЗ в умовах експлуатації у вигляді інформаційної моделі ПК «IdenMonDiaOperCon (Identification, Monitoring technical condition, Diagnosis, Operating conditions of the vehicle under ITS) «HNADU-16»». Основними етапами обробки інформації про технічний стан ТЗ в ПК є ідентифікація ТЗ в просторі, системі моніторингу й нестационарних умовах експлуатації; збирання вихідних даних про параметри технічного стану ТЗ в умовах експлуатації; прогнозування параметрів стану ТЗ; ідентифікація умов експлуатації; діагностування стану, збирання повідомлень і даних діагностування ТЗ; перевірка відповідності дійсного стану ТЗ отриманим параметрам і умовам експлуатації в процесі моніторингу.

Інформаційна система моніторингу (ICM) стану і умов експлуатації ТЗ включає в себе сукупність стаціонарних і мобільних (бортових щодо ТЗ) систем збору і передачі інформації. Система збору є телекомунікаційною мережею обміну даними, яка може використовувати всі способи передачі даних. Стаціонарні пости виконують комунікаційні функції і найпростіші функції контролю. Ці функції забезпечують отримання контрольнo-вимірювальної і технологічної інформації від бортових систем, контроль часу руху ТЗ в заданих пунктах, збір інформації про комунікації і споруди, передачу даних в інформаційний програмний комплекс (ПК) [15].

Для формування бази даних про технічний стан і умови експлуатації ТЗ на основі можливостей ITS отримана інформація системно перерозподіляється між основними інформаційними блоками у складі об'єктів автоматизації транспортного засобу (табл. 1), а саме між наступними блоками збирання і передачі інформації ТЗ: від двигуна, про витрату палива, про забезпечення екологічної безпеки, про результати діагностування технічного стану, від транспортного засобу, про умови експлуатації і про ідентифікацію.

Таблиця 1 – Об'єкти автоматизації транспортного засобу

<i>№</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>
1	<i>o₁</i>	Блок збирання і передачі інформації від двигуна ТЗ
2	<i>o₂</i>	Блок збирання і передачі інформації про витрату палива ТЗ
3	<i>o₃</i>	Блок збирання і передачі інформації про забезпечення екологічної безпеки ТЗ
4	<i>o₄</i>	Блок збирання і передачі інформації про результати діагностування технічного стану ТЗ
5	<i>o₅</i>	Блок збирання і передачі інформації від транспортного засобу
6	<i>o₆</i>	Блок збирання і передачі інформації про умови експлуатації ТЗ
7	<i>o₇</i>	Блок збирання і передачі інформації про ідентифікацію ТЗ

При цьому, за допомогою сканера-адаптера Scanmaster ELM327 для зчитування інформації про параметри технічного стану через рознімання OBD-II зі штатних датчиків двигуна і ТЗ (БЧ ITS ТЗ) [5, 6], отримана інформація через підключення до спряженого пристрою за допомогою мережі зв'язку передається до серверної частини ITS, автоматизованого робочого місця мережі моніторингу ТЗ та інших учасників процесу моніторингу ТЗ.

Інформаційний обмін між елементами ITS ТЗ, транспортної інфраструктури й інфраструктури автомобільних доріг, у процесах моніторингу параметрів технічного стану в умовах експлуатації здійснювався в ручному, автоматизованому й автоматичному режимах. Результатом процесів моніторингу робочих процесів ТЗ в умовах експлуатації було визначення фактичних параметрів технічного стану самого ТЗ, корегування умов

експлуатації, а також точного визначення місця розташування і точного часу за параметрами, прийнятими від навігаційних супутникових систем, що виконується GPRS приймачем, обміну цією інформацією з робочим місцем моніторингу ТЗ та іншими учасниками моніторингу робочих процесів ТЗ.

Модель предметної області системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ представлена у вигляді наступної множини компонентів і складових системи інформації в частині технічних параметрів стану двигуна ТЗ, технічних параметрів стану безпосередньо ТЗ і параметрів умов експлуатації (УЕ) ТЗ [6–9]:

$$M_{np.o.} = \langle F, H, P, O, V_{ex}, V_{вих}, R \rangle, \quad (1)$$

де $F = \{f_i | i = \overline{1, I}\}$ – множина функцій користування (функції автоматизації), що виконуються системою моніторингу параметрів технічного стану ТЗ; $H = \{h_j | j = \overline{1, J}\}$ – множина завдань обробки даних системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ; $P = \{p_k | k = \overline{1, K}\}$ – множина користувачів (кількість і склад персоналу), яка забезпечує роботу з системою моніторингу параметрів технічного стану ТЗ; $V_{ex} = \{v_l | l \in L_{ex}\}$ – множина вхідних інформаційних елементів; $V_{вих} = \{v_l | l \in L_{вих}\}$ – множина вихідних інформаційних елементів; $V = V_{ex} \cup V_{вих}$ – повна множина інформаційних елементів; $O = \{o_m | m = \overline{1, M}\}$ – множина об'єктів автоматизації ТЗ, які можливо представити самостійними частинами для блоків збирання і передачі інформації: від двигуна ТЗ; від ТЗ про його параметри; від ТЗ про умови експлуатації ТЗ; від ТЗ про результати виконання ідентифікації; від ТЗ про результати проведення діагностики; від ТЗ про параметри екологічної безпеки; від ТЗ про витрату палива; $R = \{r_y | y = \overline{1, Y}\}$ – множина відносин (взаємозв'язків) між компонентами $M_{np.o.}$ предметної області (1) системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ.

При необхідності мати сумісні бази даних і об'єднувати інформаційні системи в залежності від вимог конкретного варіанту завдання на створення предметної області, всі функції в частині користування, завдання обробки даних, об'єктів і автоматизації та інформаційні елементи можуть бути як зменшені, так і збільшені за обсягом.

Розподіляємо на основні інформаційні об'єкти (множини компонентів) предметну область системи для формування інформаційної моделі в частині *об'єктів автоматизації* ТЗ (табл. 1).

Представляємо визначену множину об'єктів автоматизації для ТЗ $O = \{o_m | m = \overline{1, M}\}$ у наступному вигляді:

$$O = \{o_m | m = 1, 7\} \quad (2)$$

$$P(O) = 7 \quad (3)$$

де $P(O)$ – кількість елементів (потужність) множини O об'єктів автоматизації (предикати, що відображають наявність зв'язків між елементами).

Відповідно до поставленого завдання, а саме: формування предметної області системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, в залежності від технічної спроможності і математичного забезпечення модель повинна описувати для відповідного об'єкту автоматизації всі необхідні інформаційні елементи (вхідні і вихідні дані), а найповніша множина інформаційних елементів $V = \{v_l | l = \overline{1, L}\}$ має вигляд (табл. 2):

$$V = \{v_l | l = 1, 60\} \quad (4)$$

$$P(V) = 60 \quad (5)$$

де $P(V)$ – кількість елементів множини V інформаційної системи; $|$ – обмеження функції на множині інформаційної системи, тобто звуження області визначення функції.

Таблиця 2 – Основні інформаційні елементи об'єктів автоматизації ТЗ

№п	Позначення	Найменування
1	2	3
1	v_1	Тиск моторної оливи (наявність нормального тиску моторної оливи)
2	v_2	Температура охолоджуючої рідини двигуна
3	v_3	Частота обертання двигуна
4	v_4	Положення колінчастого валу
5	v_5	Положення розподільного валу
6	v_6	Температура у впускному колекторі
7	v_7	Тиск повітря у впускному колекторі
8	v_8	Масова витрата повітря
9	v_9	Тиск палива в паливній магістралі
10	v_{10}	Тиск парів в системі подачі палива
11	v_{11}	Кут випередження запалювання
12	v_{12}	Абсолютне положення дроселя
13	v_{13}	Відносне положення дроселя
14	v_{14}	Абсолютне значення навантаження на двигун
15	v_{15}	Основне паливо – повітряне співвідношення для керування двигуном (од.)
16	v_{16}	Основне співвідношення повітря – паливо, л/л
17	v_{17}	Напруга бортової мережі (аккумуляторної батареї) ТЗ
18	v_{18}	Напруга в системі керування двигуном
19	v_{19}	Рівень палива в баку ТЗ
20	v_{20}	Миттєва витрата палива, літр/км (км/літр)
21	v_{21}	Середня витрата палива, літр/км (км/літр)
22	v_{22}	Витрата палива на 100 км. пробігу
23	v_{23}	Середня витрата палива на 100 км. пробігу
24	v_{24}	Передбачувана витрата палива на відповідний пробіг
25	v_{25}	Положення (органа керування паливоподачею) педалі акселератора
26	v_{26}	Температура каталізатора
27	v_{27}	Викиди CO ₂ , г / км
28	v_{28}	Викиди CO ₂ , середні, г / км
29	v_{29}	Напруга на датчику O ₂ каталізатора (лямбда-датчик у банці 1)
30	v_{30}	Напруга на датчику O ₂ каталізатора (лямбда-датчик у банці 2)
31	v_{31}	Пробіг (відстань) від моменту появи похибки, км
32	v_{32}	Час пробігу ТЗ від моменту появи похибки, сек
33	v_{33}	Виявлення несправності
34	v_{34}	Розпізнавання несправності
35	v_{35}	Попередження про наявність несправності
36	v_{36}	Передача інформації про визначену несправність
37	v_{37}	Крутний момент транспортного двигуна (в русі ТЗ)
38	v_{38}	Потужність двигуна ТЗ на пересування (в русі ТЗ)
39	v_{39}	Прискорення ТЗ (загальне)
40	v_{40}	Прискорення ТЗ (вісь X)
41	v_{41}	Прискорення ТЗ (вісь Y)
42	v_{42}	Прискорення ТЗ (вісь Z)
43	v_{43}	Швидкість ТЗ (GPS)

Продовження табл. 2

1	2	3
44	v_{44}	Швидкість ТЗ (OBD)
45	v_{45}	Порівняння (різниця) значень швидкостей GPS і OBD
46	v_{46}	Пробіг (відстань) ТЗ загальний, км
47	v_{47}	Пробіг (відстань) від початку вимірювань, км
48	v_{48}	Пробіг (відстань) добовий, км
49	v_{49}	Час пробігу ТЗ, сек
50	v_{50}	Час пробігу ТЗ загальний, сек
51	v_{51}	Час пробігу ТЗ в русі, загальний, сек
52	v_{52}	Час відстою ТЗ загальний, сек
53	v_{53}	Час пробігу ТЗ після запуску двигуна, сек
54	v_{54}	Номер сесії (вимірювання на відповідному кроці сесії)
55	v_{55}	Середня температура оточуючого середовища
56	v_{56}	Середній тиск оточуючого середовища
57	v_{57}	Координата ТЗ – довгота (GPS)
58	v_{58}	Координата ТЗ – широта (GPS)
59	v_{59}	VIN-код
60	v_{60}	Час збирання інформації

Функції автоматизації інформаційної системи моніторингу параметрів ТЗ, що повинні моделюватися системою моніторингу $F = \{f_i | i = \overline{1, I}\}$, визначаємо у вигляді (табл. 3):

$$F = \{f_i | i = \overline{1, 22}\} \quad (6)$$

$$P(F) = 22 \quad (7)$$

де – $P(F)$ кількість елементів множини F функцій автоматизації.

Таблиця 3 – Функції автоматизації, що виконуються системою моніторингу параметрів технічного стану ТЗ

№ n/n	Позначення	Найменування
1	2	3
1	f_1	Періодичне збирання даних параметрів двигуна ТЗ за інтервал часу Δt
2	f_2	Періодичне збирання даних параметрів витрати палива ТЗ за інтервал часу Δt
3	f_3	Періодичне збирання даних параметрів щодо забезпечення екологічної безпеки ТЗ за інтервал часу Δt
4	f_4	Періодичне збирання параметрів щодо результатів діагностування технічного стану ТЗ за інтервал часу Δt
5	f_5	Періодичне збирання даних параметрів транспортного засобу за інтервал часу Δt
6	f_6	Періодичне збирання даних параметрів щодо умов експлуатації ТЗ за інтервал часу Δt
7	f_7	Періодичне збирання даних щодо інформації про ідентифікацію ТЗ за інтервал часу Δt
8	f_8	Прогнозування значень параметрів двигуна ТЗ
9	f_9	Прогнозування значень параметрів витрати палива ТЗ
10	f_{10}	Прогнозування значень параметрів забезпечення екологічної безпеки ТЗ
11	f_{11}	Прогнозування значень параметрів щодо результатів діагностування технічного стану ТЗ
12	f_{12}	Прогнозування значень параметрів ТЗ
13	f_{13}	Прогнозування значень параметрів щодо умов експлуатації ТЗ

Продовження табл. 3

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
14	f_{14}	Прогнозування значень параметрів щодо інформації про ідентифікацію ТЗ
15	f_{15}	Формування звітів за параметрами двигуна ТЗ
16	f_{16}	Формування звітів за параметрами витрати палива ТЗ
17	f_{17}	Формування звітів за параметрами забезпечення екологічної безпеки ТЗ
18	f_{18}	Формування звітів за параметрами щодо результатів діагностування технічного стану ТЗ
19	f_{19}	Формування звітів за параметрами ТЗ
20	f_{20}	Формування звітів за параметрами умов експлуатації ТЗ
21	f_{21}	Формування звітів за параметрами щодо інформації про ідентифікацію ТЗ
22	f_{22}	Забезпечення актуальності даних для прогнозування параметрів

Основні завдання обробки даних (задачі, процедури) системи моніторингу параметрів ТЗ $H = \{h_j | j = \overline{1, J}\}$ мають вигляд (представлені в табл. 4):

$$H = \{h_j | j = \overline{1, 21}\} \quad (8)$$

$$P(H) = 21 \quad (9)$$

де – $P(H)$ кількість елементів множини H завдань обробки даних системи моніторингу параметрів ТЗ.

Таблиця 4 – Основні завдання обробки даних системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ

<i>№ n/n</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
1	h_1	Періодичне додавання в БД значень параметрів двигуна ТЗ
2	h_2	Періодичне додавання в БД значень параметрів витрати палива ТЗ
3	h_3	Періодичне додавання в БД значень параметрів забезпечення екологічної безпеки ТЗ
4	h_4	Періодичне додавання в БД значень параметрів щодо результатів діагностування технічного стану ТЗ
5	h_5	Періодичне додавання в БД значень параметрів ТЗ
6	h_6	Періодичне додавання в БД значень параметрів щодо умов експлуатації ТЗ
7	h_7	Періодичне додавання в БД значень параметрів щодо інформації про ідентифікацію ТЗ
8	h_8	Видалення даних параметрів двигуна ТЗ із бази даних (БД) у випадку втрати їх актуальності
9	h_9	Видалення даних параметрів витрати палива ТЗ із БД у випадку втрати їх актуальності
10	h_{10}	Видалення даних параметрів щодо забезпечення екологічної безпеки ТЗ із БД у випадку втрати їх актуальності
11	h_{11}	Видалення даних параметрів щодо результатів діагностування технічного стану ТЗ у випадку втрати їх актуальності
12	h_{12}	Видалення даних параметрів транспортного засобу із БД у випадку втрати їх актуальності
13	h_{13}	Видалення даних параметрів щодо умов експлуатації ТЗ із БД у випадку втрати їх актуальності
14	h_{14}	Видалення даних параметрів щодо інформації про ідентифікацію ТЗ із БД у випадку втрати їх актуальності

Продовження табл. 4

1	2	3
15	h_{15}	Вибирання даних з БД за параметрами двигуна ТЗ для їх аналізу та прогнозування
16	h_{16}	Вибирання даних з БД за параметрами витрати палива ТЗ для їх аналізу та прогнозування
17	h_{17}	Вибирання даних з БД за параметрами щодо забезпечення екологічної безпеки ТЗ для їх аналізу та прогнозування
18	h_{18}	Вибирання даних з БД за параметрами щодо результатів діагностування технічного стану ТЗ для їх аналізу та прогнозування
19	h_{19}	Вибирання даних з БД за параметрами транспортного засобу для їх аналізу та прогнозування
20	h_{20}	Вибирання даних з БД за параметрами щодо умов експлуатації ТЗ для їх аналізу та прогнозування
21	h_{21}	Вибирання даних з БД за параметрами щодо інформації про ідентифікацію ТЗ для їх аналізу та прогнозування

В табл. 5 зводимо основні можливі варіанти множини користувачів системи для формування множини значень, що характеризує кількість і склад персоналу, який забезпечує роботу з системою моніторингу параметрів технічного стану ТЗ $P = \{p_k | k = \overline{1, K}\}$, що мають вигляд:

$$P = \{p_k | k = 1, 3\} \tag{10}$$

$$P(P_i) = 3 \tag{11}$$

де $P(P)$ – кількість елементів множини P значень, що характеризують кількість і склад персоналу.

Для формалізованої побудови (опису) й аналізу [10–11] інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ аналітичний опис її семантики виконуємо за допомогою булевих матриць суміжності, що описують відповідні відносини R між компонентами $M_{np.o.}$ (1) предметної області ТЗ [2, 8, 9, 12–14].

Таблиця 5 – Склад експлуатаційного персоналу, який забезпечує роботу системи моніторингу параметрів ТЗ

№ п/п	Позначення	Найменування
1	p_1	Технічний оператор робочого місця мережі моніторингу ТЗ: інженер, механік, менеджер
2	p_2	Черговий оператор: реагування на аварійні сигнали
3	p_3	Представник фірми (заводу) виробника

Для предметної області ТЗ виділяємо наступні види відносин між множинами $\{F, H, P, O, V_{ex.}, V_{вих.}, R\}$ в межах основної предметній області системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ і зводимо їх у табл. 6–8:

$$FH = \|fh_{ij}\| \tag{12}$$

$$FP = \|fp_{ik}\| \tag{13}$$

$$FO = \|fo_{im}\| \tag{14}$$

$$FV = \|fv_{il}\| \quad (15)$$

$$HP = \|hp_{jk}\| \quad (16)$$

$$HO = \|ho_{jm}\| \quad (17)$$

$$HV = \|hv_{jl}\| \quad (18)$$

$$OV = \|ov_{ml}\| \quad (19)$$

Відносини між об'єктами автоматизації (табл. 1) та інформаційними елементами (табл. 2) системи моніторингу показані в табл. 4. Відносини між складом експлуатаційного персоналу (табл. 5), функціями автоматизації (табл. 3) і завданнями обробки даних системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ (табл. 4) показані в табл. 7. Відносини між функціями автоматизації (табл. 3), завданнями обробки даних системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ (табл. 4) й об'єктами автоматизації (табл. 1) показані в табл. 8.

Таблиця 6 – Відповідність інформаційних елементів об'єктам автоматизації

<i>Об'єкти автоматизації</i>	<i>Інформаційні елементи</i>
<i>o₁</i>	<i>v₁ – v₁₈, v₆₀</i>
<i>o₂</i>	<i>v₁₉ – v₂₅, v₆₀</i>
<i>o₃</i>	<i>v₂₆ – v₃₀, v₆₀</i>
<i>o₄</i>	<i>v₃₁ – v₃₆, v₆₀</i>
<i>o₅</i>	<i>v₃₇ – v₄₂, v₆₀</i>
<i>o₆</i>	<i>v₄₃ – v₅₈, v₆₀</i>
<i>o₇</i>	<i>v₅₉, v₆₀</i>

Таблиця 7 – Відповідності «Експлуатаційний персонал – Функції автоматизації – Завдання обробки даних»

<i>Експлуатаційний персонал</i>	<i>Функції автоматизації</i>	<i>Завдання обробки даних</i>
<i>p₁</i>	<i>f₁ – f₂₂</i>	<i>h₁ – h₂₁</i>
<i>p₂</i>	<i>f₁ – f₂₂</i>	<i>h₁ – h₂₁</i>
<i>p₃</i>	<i>f₁ – f₂₂</i>	<i>h₁ – h₂₁</i>

Таблиця 8 – Відповідності «Функції автоматизації – Завдання обробки даних – Об'єкти автоматизації»

<i>Функції автоматизації</i>	<i>Завдання обробки даних</i>	<i>Об'єкти автоматизації</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>f₁</i>	<i>h₁</i>	<i>o₁</i>
<i>f₂</i>	<i>h₂</i>	<i>o₂</i>
<i>f₃</i>	<i>h₃</i>	<i>o₃</i>
<i>f₄</i>	<i>h₄</i>	<i>o₄</i>
<i>f₅</i>	<i>h₅</i>	<i>o₅</i>
<i>f₆</i>	<i>h₆</i>	<i>o₆</i>
<i>f₇</i>	<i>h₇</i>	<i>o₇</i>
<i>f₈</i>	<i>h₁₅</i>	<i>o₁</i>
<i>f₉</i>	<i>h₁₆</i>	<i>o₂</i>
<i>f₁₀</i>	<i>h₁₇</i>	<i>o₃</i>

Продовження табл. 8

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
f_{11}	h_{18}	o_4
f_{12}	h_{19}	o_5
f_{13}	h_{20}	o_6
f_{14}	h_{21}	o_7
f_{15}	h_{15}	o_1
f_{16}	h_{16}	o_2
f_{17}	h_{17}	o_3
f_{18}	h_{18}	o_4
f_{19}	h_{19}	o_5
f_{20}	h_{20}	o_6
f_{21}	h_{21}	o_7
f_{22}	$h_{1-h_{21}}$	o_{1-o_7}

Висновки. В роботі виконано обґрунтування особливостей структурного підходу до розробки автоматизованої системи збирання даних і моніторингу параметрів технічного стану транспортного засобу під час експлуатації в умовах ITS. Обґрунтовано і запропоновано підхід до формування математичних моделей оцінювання поточного і прогнозованого параметрів технічного стану автомобіля в умовах ITS при роботі в межах віртуального підприємства з експлуатації автомобільного транспорту і запропоновані інформаційні взаємодії залежностей для їх реалізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гриньків А. В. Використання методів прогнозування в керуванні технічним станом агрегатів та систем транспортних засобів / А. В. Гриньків // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – 2016. – Вип. 29. – С. 25–32
2. Говорущенко Н. Я. Системотехника автомобільного транспорту (расчетные методы исследований) : монографія / Н. Я. Говорущенко. – Харьков : ХНАДУ, 2011. – 292 с.
3. Говорущенко Н. Я. Техническая эксплуатация автомобилей / Н. Я. Говорущенко. – Харьков : Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1984. – 312 с.
4. Давиденко Л. В. Побудова інформаційного простору моніторингу ефективності енергоспоживання в системах комунального водопостачання / Л. В. Давиденко, В.А. Давиденко // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – 2016. – Вип. 29. – С. 178–184
5. Волков В. П. Особливості формування інформаційної системи класифікації умов експлуатації транспортних засобів / В. П. Волков, І. В. Грицук, Ю. В. Грицук, Ю. В. Волков // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту Міністерства освіти і науки України: Серія «Транспортні системи і технології». – К. : ДЕТУТ, 2017. – Вип. 30. – С. 84–94.
6. Тишковский Д. В. Особенности методики создания информационной системы предприятий хлебопекарной промышленности / Д. В. Тишковский // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – Режим доступа : URL: www.science-education.ru/104-6824 (дата обращения: 10.10.2012).
7. Атрощенко В. А. К вопросу выбора алгоритмов решения задачи синтеза оптимальных структур распределенных баз данных на предприятиях хлебопекарной промышленности / В. А. Атрощенко, Д. В. Тишковский // Пищевые технологии КубГТУ. – 2009. – № 4.
8. Атрощенко В. А. Технические возможности повышения ресурса автономных электростанций энергетических систем : монографія / В. А. Атрощенко, Ю. Д. Шевцов,

П. В. Яцынин, Р. А. Дьяченко, М. Н. Педько. – Краснодар : Издательский Дом-Юг, 2010. – 192 с.

9. Махаммад М. Д. Разработка информационной системы для дизельных электростанций с возможностями прогноза их технического состояния: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.01 / Махаммад Мааз Джасем Махаммад; ГОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет». – Краснодар, 2009. – 23 с.

10. Семантика (программирование) [Электронный ресурс] / Википедия - Свободная энциклопедия – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_\(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5))

11. Template: Real-time operating systems [Электронный ресурс] / Wikipedia, The Free Encyclopedia – Режим доступа : https://en.wikipedia.org/wiki/Template:Real-time_operating_systems.

12. Волков В. П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуре и прогрессу интеллектуальной транспортной системы: монография / В. П. Волков, В. П. Матейчик, П. Б. Никонов [и др.] ; под. ред. В. П. Волкова. – Донецк: Изд-во «Ноудлидж» (Донецкое отделение), 2013. – 398 с.

13. Говорущенко Н. Я. Системотехника проектирования транспортных машин : учебное пособие / Н. Я. Говорущенко, А. Н. Туренко. – Х. : ХНАДУ, 2002. – 166 с.

14. Грицук І. В. Особливості формування предметної області і інформаційної системи оцінювання параметрів технічного стану транспортного засобу в умовах експлуатації / І. В. Грицук, Т. П. Білоусова, Ю. В. Грицук, Ю. В. Волков // Вісник Херсонського національного технічного університету. – Херсон, 2017. – № 3 (62), Т. 1. – С. 302–306.

15. Волков В. П. Особливості формування методики застосування класифікації умов експлуатації транспортних засобів в інформаційних умовах ITS / В. П. Волков, І. В. Грицук, Ю. В. Грицук, Г. К. Шурко, Ю. В. Волков // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Транспортне машинобудування. – Х. : НТУ «ХПІ». – 2017. – № 14 (1236). – С. 10–20.

REFERENCES

1. Hrynkiv, A. (2016) Using of forecasting techniques to manage the technical condition of aggregates and systems of vehicles [Vykorystannia metodiv prohnozuvannia v keruvanni tekhnichnym stanom ahrehativ ta system transportnykh zasobiv]. *Technic in agriculture, industrial machine building, automation [Tekhnika v silskohospodarskomu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannia, avtomatyzatsiia]*. Vol. 29, 2016, pp. 25–32.

2. Hovorushchenko, N. (2011) *System technic of vehicles (calculation methods of research) [Systemotekhnika avtomobyl'noho transporta (raschetnye metody yssledovanyy)]*. Khar'kov, KhNADU Publ. 292 p.

3. Hovorushchenko, N. (1984) *Technical operation of cars [Tekhnicheskaya ekspluatatsiia avtomobyley]*. Khar'kov, Vyshcha shkola Publ. 312 p.

4. Davydenko, L. & Davydenko, V. (2016) The construction of information space of monitoring of efficiency of energy consumption in municipal water supply system [Pobudova informatsiinoho prostoru monitorynhu efektyvnosti enerhospozhyvannia v systemakh komunalnoho vodopostachannia] *Technic in agriculture, industrial machine building, automation [Tekhnika v silskohospodarskomu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannia, avtomatyzatsiia]*. Vol. 29, pp. 178–184

5. Volkov, V.P., Gritsuk, I.V., Gritsuk Yu.V. & Volkov Yu.V. (2017) Specifically, formulating the information systems of the classification of the minds of transport interventions [Osoblyvosti formuvannia informatsiinoi systemy klasyfikatsii umov ekspluatatsii transportnykh zasobiv] *Proceedings of the State Economic and Technological University of Transport Ministry*

of Education and Science of Ukraine series «Transport Systems and Technologies» [Zbirnyk naukovykh prats Derzhavnoho ekonomiko-tehnolohichnoho universytetu transportu Ministerstva osvity i nauky Ukrainy: Serii «Transportni systemy i tekhnohii»]. Vol. 30, 2017, pp. 84–94.

6. Tishkovskiy, D. Features of the methodology for creating an information system for bakery industry enterprises [Osobnosti metodiki sozdaniya informatsionnoy sistemyi predpriyatiy hlebopekarnoy promyshlennosti] *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2012. issue 4. Available at: www.science-education.ru/104-6824.

7. Atroschenko, V. & Tishkovskiy, D. On the choice of algorithms for solving the problem of synthesis of optimal structures of distributed databases at bakery enterprises [K voprosu vyibora algoritmov resheniya zadachi sinteza optimalnykh struktur raspredelennykh baz dannykh na predpriyatiyakh hlebopekarnoy promyshlennosti] *Pischevyie tehnologii KubGTU – Food technologies of Kuban State Technical University*. 2009. Issue 4.

8. Atroschenko, V., Shevtsov, Yu., Yatsyinin, P., Dyachenko, R. & Pedko, M. *Technical possibilities of increasing the life of autonomous power plants of power systems. Monograph* [Tehnicheskie vozmozhnosti povysheniya resursa avtonomnykh elektrostantsiy energeticheskikh sistem. Monografiya.] Krasnodar, Izdatelskiy Dom Yug, 2010, 192 p.

1. 9 Mahammad M.D. *Razrabotka informatsionnoy sistemyi dlya dizelnykh elektrostantsiy s vozmozhnostyami prognoza ih tehnikeskogo sostoyaniya*. Avtoreferat Diss. [Development of an information system for diesel power plants with the possibility of forecasting their technical condition. Author's abstract]: Krasnodar, 2009. 23 p.

9. Semantyka (prohrammyrovanye) / Wikipedia, The Free Encyclopedia. wikipedia.org Retrieved from [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_\(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5))

10. Template: Real-time operating systems / Wikipedia, The Free Encyclopedia. wikipedia.org Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Template:Real-time_operating_systems

11. Volkov, V.P., Mateichyk, V.P., Nikonov P.B. & other (2013) Integration of technical operation of cars in the structure and progress of an intelligent transport system: monograph [Yntehratsyia tekhnicheskoi ekspluatatsiyi avtomobylei v strukture y prohressy yntellektualnoi transportnoi systemy: monohrafiya]. Donetsk, Noulidzh (Donetsk dep.). 398 p.

12. Hovorushchenko, N.Ya & Turenko A.N. (2002) Systems engineering design of transport machines: [textbook] [Systemotekhnika proektyrovaniya transportnykh mashyn: [uchebnoe posobyey]] Khar'kov, KhNADU Publ. 166 p.

13. Gritsuk, I.V., Bilousova, T.P., Gritsuk, Yu.V. & Volkov, Yu.V. (2017) Features of the formation of the subject area and the information system for evaluating the parameters of the technical condition of the vehicle in the conditions of exploitation [Osoblyvosti formuvannya predmetnoi oblasti i informatsiinoi systemy otsiniuvannya parametriv tekhnichnoho stanu transportnoho zasobu v umovakh ekspluatatsiyi] *Vestnik Kherson National Technical University* [Visnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu]. Issue 1, Vol. 3 (32), 2017, pp. 302–306.

14. Volkov, V.P., Gritsuk, I.V., Gritsuk, Yu.V., Shurko, G.K. & Volkov Yu.V. (2017) Features of the formation of a methodology for the classification of conditions of vehicle operation in the information conditions ITS [Osoblyvosti formuvannya metodyky zastosuvannya klasyfikatsiyi umov ekspluatatsiyi transportnykh zasobiv v informatsiinykh umovakh ITS] *Bulletin of the National Technical University «KhPI». Collection of scientific works. Series: Transport engineering* [Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Zbirnyk naukovykh prats. Serii: Transportne mashynobuduvannya]. Vol. 14 (1236), 2017, pp. 10–20.

Волков В. П., Грицук И. В., Грицук Ю. В., Волков Ю. В. СТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ И МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

В работе представлено обоснования структурного подхода к разработке автоматизированной системы сбора данных и мониторинга параметров технического состояния транспортного средства во время эксплуатации в условиях ITS. Обоснован и предложен подход к формированию математических моделей оценивания текущего и прогнозируемого параметров технического состояния автомобиля в условиях ITS при работе в виртуальном предприятии по эксплуатации автомобильного транспорта. Определены основные информационные элементы объектов автоматизации транспортного средства. Реализован анализ информационной модели предметной области транспортного средства. Предложены информационные взаимодействия зависимостей для реализации.

Ключевые слова: сбор данных, мониторинг, параметр, транспортное средство, математическая модель.

Volkov V. P., Gritsuk I. V., Gritsuk Yu. V. & Volkov Yu. V. STRUCTURAL APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED DATA COLLECTION SYSTEM AND MONITORING PARAMETERS OF THE VEHICLE TECHNICAL CONDITIONS

The paper presents the rationale for the structural approach to the development of an automated data collection system and monitoring parameters of the vehicle technical conditions during the operation in ITS conditions. The approach to the formation of mathematical models for estimating the current and predicting the parameters of the vehicle technical condition under ITS conditions when operating in a virtual enterprise for the operation of road transport is substantiated and proposed. The basic informational elements of automation vehicle's objects are determined. The analysis of the information model of the vehicle subject area is carried out. The information interactions of dependencies for implementation is suggested.

Keywords: data collection, monitoring, parameter, vehicle, mathematical model.

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

Статтю прийнято
до редакції 4.06.17