

## ФОРМУВАННЯ ТА АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МОДЕЛІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

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

**Грицук І. В.**, д.т.н., професор кафедри експлуатації суднових енергетичних установок Херсонської державної морської академії, ORCID: 0000-0001-7065-6820;

**Грицук Ю. В.**, к.т.н., 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 представлена реалізація формування та системний аналіз інформаційних структурних елементів розробленої моделі системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації. Описано визначення множини структурних елементів системи моніторингу технічного стану ТЗ і множини елементів для всієї системи моніторингу. Описано для множин структурних елементів моделі системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ складання матриці семантичної суміжності і побудова орієнтованих графів інформаційної структури. Виконаний аналіз множин передування і досяжності, матриці семантичної досяжності і матриці семантичної суміжності, а також визначені інформаційні елементи системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ. В статті описано визначення множини інформаційних елементів, групових елементів, множин ключів і атрибутів системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації. В статті підтверджено, що отримані, в результаті проведеного аналізу, інформації достатньо для створення системи управління бази даних реляційного типу.*

**Ключові слова:** транспортний засіб, умови експлуатації, граф інформаційної структури, система моніторингу, булева матриця семантичної суміжності, структурні елементи.

**DOI: 10.33815/2313-4763.2018.2.19.138–150**

**Вступ** Для ефективною дистанційної оцінки роботоздатності транспортних засобів (ТЗ) в умовах експлуатації використовуються електронні (комп'ютерні, інформаційні) системи, які контролюють різноманітні процеси їх експлуатації. Для цього застосовуються існуючі і нові технологічні і інформаційні методи та підходи вибору стратегії технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) ТЗ засобами ITS. Це можливо виконати за допомогою інформатизації означених процесів, оптимізації та планування їх роботи, а також створення умов для проведення моніторингу параметрів технічного стану, що здійснюються і забезпечуються в процесі постійної конструктивної модернізації ТЗ і засобів формування та/або удосконалення процесів їх експлуатації. Саме вказаними заходами і технічними засобами забезпечують високий коефіцієнт технічної готовності ТЗ в умовах експлуатації, який безперервно змінюється у часі [1–5]. Це ґрунтуються на безперервній дистанційній обробці інформації про зміну параметрів технічного стану, діагностиці тощо. Забезпечення контролю фактичного технічного стану ТЗ дозволяє дистанційно регламентувати їх працездатний стан, проведення необхідних технічних впливів з технічного обслуговування і ремонту. Дистанційний моніторинг параметрів технічного стану можливо здійснити за допомогою інформаційних моделей. В роботі [1] описано структурний підхід до розробки автоматизованої системи збирання даних і моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, а в роботі [2] описані особливості формування інформаційної моделі предметної області моніторингу параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації. Для завершення формування інформаційної моделі моніторингу ТЗ необхідно виконати формування та аналіз інформаційних структурних елементів моделі системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ. Тому задачі, які ставляться в представленій статті можливо вважати актуальними і доцільними.

**Постановка задачі.** Метою статі є вирішення актуальної задачі формування та аналізу інформаційних структурних елементів розробленої моделі системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації.

**Основні результати.** Процес формування та аналізу графів інформаційних структур моделі системи «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»» включає в себе [1 - 6] наступні взаємопов'язані операції: побудову множин структурних елементів на основі моделі предметної області системи; формування матриці семантичної суміжності на множині структурних елементів, побудову орієнтованого графу його інформаційної структури [1 - 11]; формування матриці семантичної досяжності на множині структурних елементів [5, 6]; визначення інформаційних і групових елементів структурних множин; упорядкування груп структурних елементів за рівнями ієрархії, виділення і формування множині ключів і атрибутів в групах даних підсистем; побудова канонічних моделей підсистем баз даних системи.

Визначення множини структурних елементів системи моніторингу технічного стану ТЗ проводили наступним чином: до елементів множини об'єктів автоматизації ( $O$ ) (табл. 1 [2]), додавали елементи множин інформаційних елементів об'єктів автоматизації ( $V$ ) (рис. 2 [2]) і відповідним чином індексували їх. У результаті отримали множину елементів для всієї системи моніторингу технічного стану ТЗ:

$$D = \{d \mid l = 1, 67\}, P(D) = 67 \quad (1)$$

Елементи множини представлені на рис. 1 і в табл. 1. Складена [5, 6] для множин структурних елементів моделі системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ матриця семантичної суміжності  $B = ||b_{ij}||$ , тобто квадратна бінарна матриця проіндексована за обома осями множини структурних елементів  $D$ , має вигляд (2).

Матриці семантичної суміжності  $B$  ставиться у відповідності до графу інформаційної структури  $G(D, U)$ , множинами вершин якого є структурні елементи множин  $D$ , а дуги  $(d_i, d_j)$  відповідають запису  $b_{ij} = 1$ , в матриці  $B$ . Зображення орієнтованого орграфа  $G$  показано на рис. 2.

Дуги організованого графа (орграфа)  $G$  відображають наявність або відсутність семантичної зв'язності між їх структурними елементами (рис. 2).

Матриця семантичної досяжності  $A$ , яка збігається з матрицею семантичної суміжності  $B$  [5, 6], утворює можливість до визначення множин передування  $C(d_i)$  та досяжності  $F(d_i) \forall d_i \in D$ .

Множина передування  $C(d_i)$  формуються з елементів, які відповідають одиничним записам у  $i$ -му стовпці, а множина  $F(d_i)$  - з елементів, які відповідають одиничним записам у  $i$ -му рядку матриці семантичної досяжності  $A$ .

Аналіз множини передування  $C(d_i)$  дозволяє виділити базові типи структурних елементів, а саме інформаційні елементи та групи.

Інформаційним елементам відповідають ті структури, для яких множини передування  $C(d_i) = \emptyset$ .

На оргграфі  $G$  їм відповідають всіячі вершини [5, 6, 10–11].

Згідно (3), а також (4), розрахунковим шляхом були визначені множини передування і досяжності для кожного структурного елемента системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ:

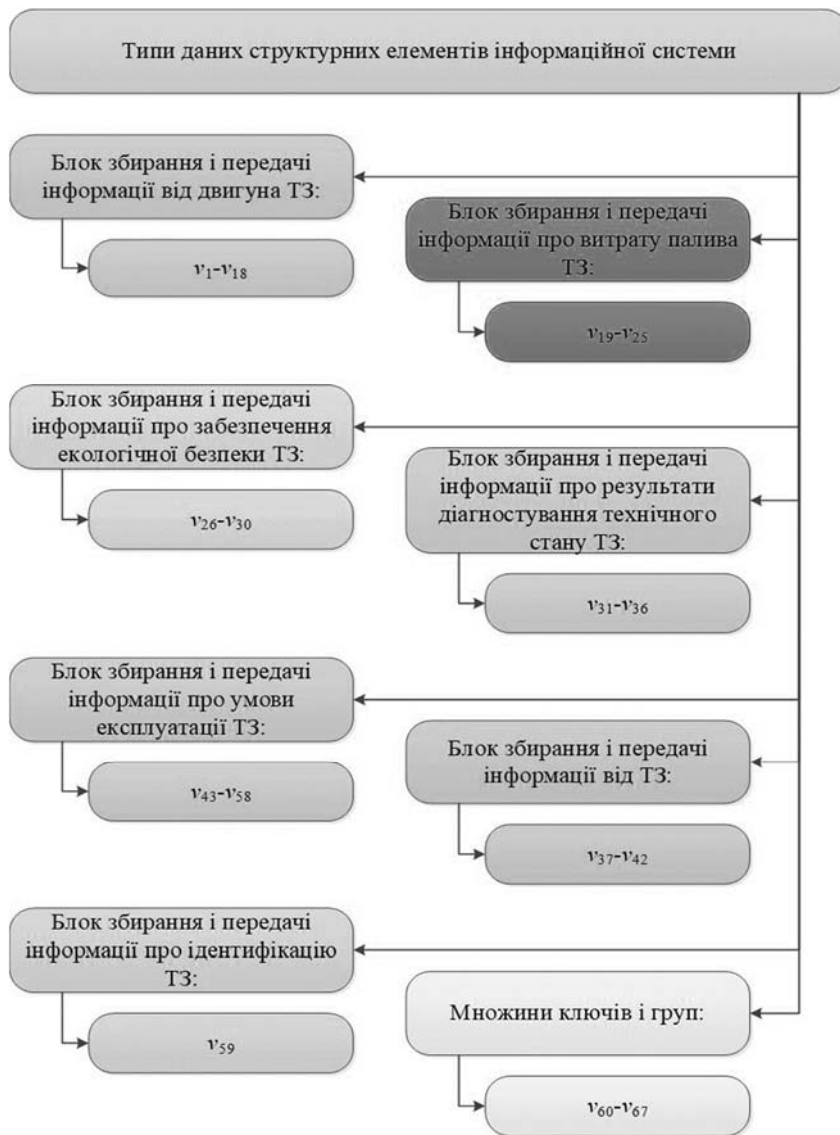


Рисунок 1 – Типи даних у блоках структурних елементів інформаційної системи

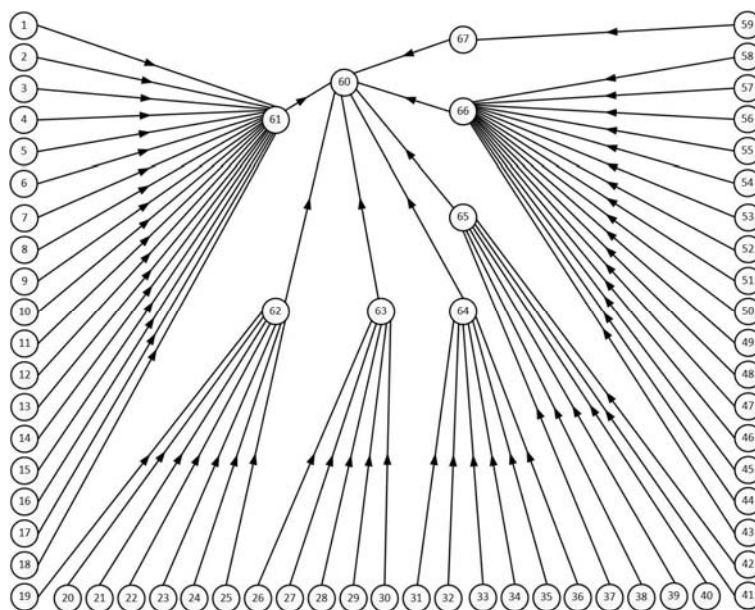


Рисунок 2 – Орграф  $G$  інформаційної структури моделі системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ



Таблиця 1 – Елементи множини структурних елементів інформаційної системи

№ п/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 (акумуляторної 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 <sub>2</sub> , г / км
28	$v_{28}$	Викиди CO <sub>2</sub> , середні, г / км
29	$v_{29}$	Напруга на датчику O <sub>2</sub> каталізатора (лямбда-датчик у банці 1)
30	$v_{30}$	Напруга на датчику O <sub>2</sub> 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)
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

Продовження табл. 1

1	2	3
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
61	$v_{61}$	Блок збирання і передачі інформації від двигуна ТЗ
62	$v_{62}$	Блок збирання і передачі інформації про витрату палива ТЗ
63	$v_{63}$	Блок збирання і передачі інформації про забезпечення екологічної безпеки ТЗ
64	$v_{64}$	Блок збирання і передачі інформації про результати діагностування технічного стану ТЗ
65	$v_{65}$	Блок збирання і передачі інформації від транспортного засобу
66	$v_{66}$	Блок збирання і передачі інформації про умови експлуатації ТЗ
67	$v_{67}$	Блок збирання і передачі інформації про ідентифікацію ТЗ

$$\begin{aligned}
 & \forall i, i = 1, \dots, 59 \ C(d_i) = \varphi \\
 & C(d_{61}) = \{d_i / i = 1, \dots, 18, 60\}, \\
 & C(d_{62}) = \{d_i / i = 19, \dots, 25, 60\}, \\
 & C(d_{63}) = \{d_i / i = 26, \dots, 30, 60\}, \\
 & C(d_{64}) = \{d_i / i = 31, \dots, 36, 60\}, \\
 & C(d_{65}) = \{d_i / i = 37, \dots, 42, 60\}, \\
 & C(d_{66}) = \{d_i / i = 43, \dots, 58, 60\}, \\
 & C(d_{67}) = \{d_i / i = 59, \dots, 60\},
 \end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 & \forall i, i = 61, \dots, 67 \ F(d_i) = \varphi \\
 & \forall i, i = 1, \dots, 18 \ F(d_i) = \{d_{61}\}, \\
 & \forall i, i = 19, \dots, 25 \ F(d_i) = \{d_{62}\}, \\
 & \forall i, i = 26, \dots, 30 \ F(d_i) = \{d_{63}\}, \\
 & \forall i, i = 31, \dots, 36 \ F(d_i) = \{d_{64}\}, \\
 & \forall i, i = 37, \dots, 42 \ F(d_i) = \{d_{65}\}, \\
 & \forall i, i = 43, \dots, 58 \ F(d_i) = \{d_{66}\}, \\
 & \forall i, i = 59, \dots, 60 \ F(d_i) = \{d_{67}\}, \\
 & F(d_{60}) = \{d_{61}, d_{62}, d_{63}, d_{64}, d_{65}, d_{66}, d_{67}\}
 \end{aligned} \tag{4}$$

де  $\forall$  – математичне позначення поняття – будь який, потрібно читати як – «для усіх», «для будь кого».

Для визначення інформаційних елементів системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ необхідно підсумувати елементи кожного з *стовпців*  $j$  *матриці*  $A$ ,

виходячи з наступних міркувань: якщо  $\sum_{i=1}^{P(D)} a_{i,j} = 0$  то  $j$ -ий елемент структурної множини

системи є інформаційним, а в іншому випадку, структурний елемент – є груповим елементом (групою), тобто:

$$\sum_{i=1}^{67} a_{i1} = \sum_{i=1}^{67} a_{i2} = \sum_{i=1}^{67} a_{i3} = \dots = \sum_{i=1}^{67} a_{i60} = 0,$$

$$\sum_{i=1}^{67} a_{i61} > 0, \sum_{i=1}^{67} a_{i62} > 0, \sum_{i=1}^{67} a_{i63} > 0,$$

$$\sum_{i=1}^{67} a_{i64} > 0, \sum_{i=1}^{67} a_{i65} > 0, \sum_{i=1}^{67} a_{i66} > 0, \sum_{i=1}^{67} a_{i67} > 0$$
(5)

Таким чином, множина інформаційних елементів системи моніторингу параметрів стану ТЗ  $D^0$  була визначена і має вигляд:

$$D^0 = \{d_1 - d_{60}\},$$
(6)

а множина елементів групи (груповим елементом)  $D^2$  була визначена з виразу:

$$D^2 = D \setminus D^0 = \{d_{61}, d_{62}, d_{63}, d_{64}, d_{65}, d_{66}, d_{67}\}$$
(7)

Для предметної області інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ визначили існуючий загальний інформаційний елемент для всіх сіми інформаційних груп [1, 2, 5, 6]. У відповідності до (табл. 2) цей елемент «Час збирання інформації» –  $d_{60}$ , який є ключовим з причини семантичної залежності одержуваних даних моніторингу параметрів технічного стану ТЗ від часу збирання інформації.

Таким чином, з урахуванням особливостей побудови, розроблена інформаційна система моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, має множину ключів:

$$W_1 = \{d_{60}\}$$
(8)

і, відповідно, множина атрибутів система моніторингу параметрів технічного стану ТЗ:

$$W_2 = \{d_i / i = 1, \dots, 59\}$$
(9)

Приведений до канонічної структури оргграф системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ показаний на рис. 3. Побудована реляційна модель [5, 6, 10–13] системи моніторингу на основі канонічної структури бази даних [10] і положень [5, 6, 10–13], відповідно до множини допустимих значень основних параметрів технічного стану ТЗ, показана на рис. 4 і в табл. 2. Таким чином отриманої в результаті проведеного аналізу інформації достатньо для створення системи управління бази даних реляційного типу [5, 6, 8–13], в тому числі і в компонентах ІПК «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»».

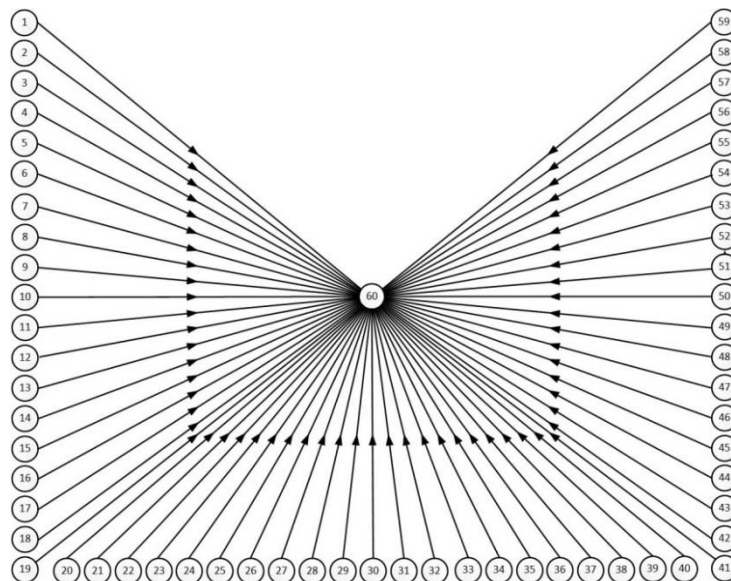


Рисунок 3 – Оргграф  $G$  канонічної структури моделі підсистеми моніторингу параметрів технічного стану ТЗ

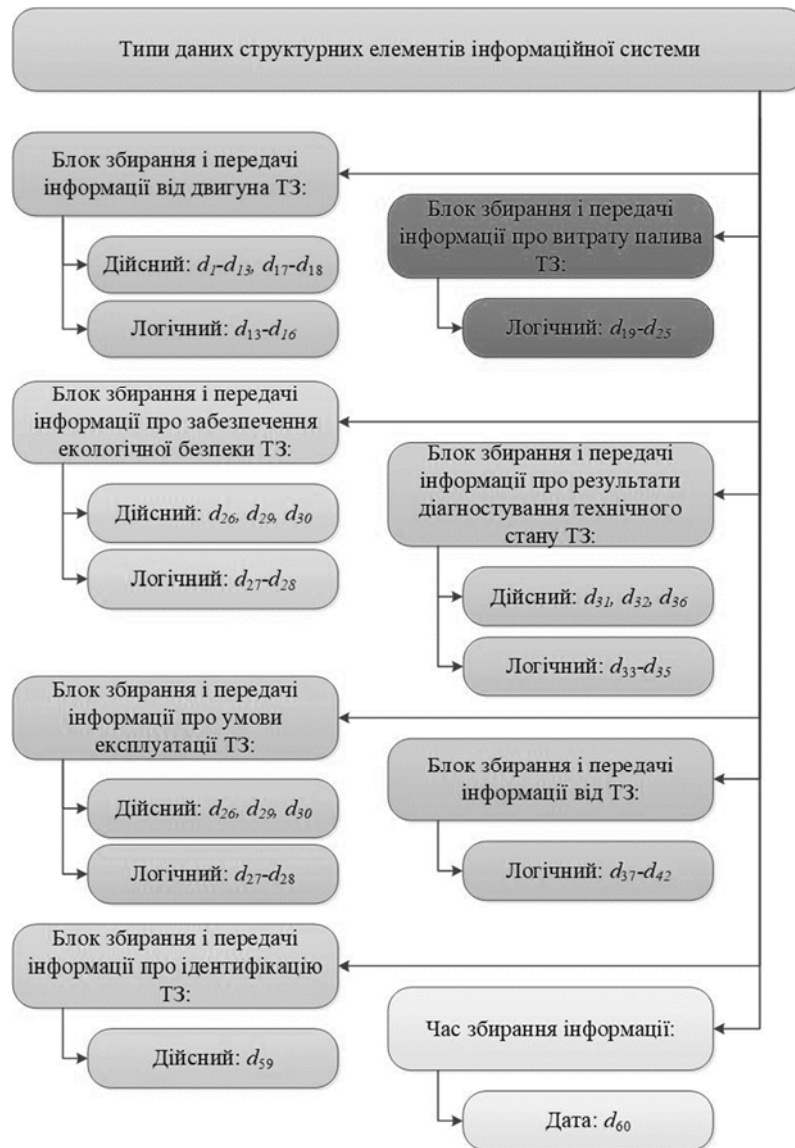


Рисунок 4 – Основні блоки структурних елементів інформаційної системи із визначенням типу даних атрибутів

Таблиця 2 – Типи даних структурних елементів інформаційної системи

<i>№ п/п</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Тип даних</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	$d_1$	Тиск моторної оливи (наявність нормального тиску моторної оливи)	Дійсний
2	$d_2$	Температура охолоджуючої рідини двигуна	Дійсний
3	$d_3$	Частота обертання двигуна	Дійсний
4	$d_4$	Положення колінчастого валу	Дійсний
5	$d_5$	Положення розподільного валу	Дійсний
6	$d_6$	Температура у впускному колекторі	Дійсний
7	$d_7$	Тиск повітря у впускному колекторі	Дійсний
8	$d_8$	Масова витрата повітря	Дійсний
9	$d_9$	Тиск палива в паливній магістралі	Дійсний
10	$d_{10}$	Тиск парів в системі подачі палива	Дійсний
11	$d_{11}$	Кут випередження запалювання	Дійсний
12	$d_{12}$	Абсолютне положення дроселя	Дійсний



1	2	3	4
13	$d_{13}$	Відносне положення дроселя	Дійсний
14	$d_{14}$	Абсолютне значення навантаження на двигун	Логічний
15	$d_{15}$	Основне паливо – повітряне співвідношення для керування двигуном (од.)	Логічний
16	$d_{16}$	Основне співвідношення повітря – паливо, л / л	Логічний
17	$d_{17}$	Напруга бортової мережі (акумуляторної батареї) ТЗ	Дійсний
18	$d_{18}$	Напруга в системі керування двигуном	Дійсний
19	$d_{19}$	Рівень палива в баку ТЗ	Логічний
20	$d_{20}$	Миттєва витрата палива, літр / км (км / літр)	Логічний
21	$d_{21}$	Середня витрата палива, літр / км (км / літр)	Логічний
22	$d_{22}$	Витрата палива на 100 км. пробігу	Логічний
23	$d_{23}$	Середня витрата палива на 100 км. пробігу	Логічний
24	$d_{24}$	Передбачувана витрата палива на відповідний пробіг	Логічний
25	$d_{25}$	Положення (органа керування паливоподачею) педалі акселератора	Логічний
26	$d_{26}$	Температура каталізатора	Дійсний
27	$d_{27}$	Викиди CO <sub>2</sub> , г / км	Логічний
28	$d_{28}$	Викиди CO <sub>2</sub> , середні, г / км	Логічний
29	$d_{29}$	Напруга на датчику O <sub>2</sub> каталізатора (лямбда-датчик у банці 1)	Дійсний
30	$d_{30}$	Напруга на датчику O <sub>2</sub> каталізатора (лямбда-датчик у банці 2)	Дійсний
31	$d_{31}$	Пробіг (відстань) від моменту появи похибки, км	Дійсний
32	$d_{32}$	Час пробігу ТЗ від моменту появи похибки, сек	Дійсний
33	$d_{33}$	Виявлення несправності	Логічний
34	$d_{34}$	Розпізнавання несправності	Логічний
35	$d_{35}$	Попередження про наявність несправності	Логічний
36	$d_{36}$	Передача інформації про визначену несправність	Дійсний
37	$d_{37}$	Крутний момент транспортного двигуна (в русі ТЗ)	Логічний
38	$d_{38}$	Потужність двигуна ТЗ на пересування (в русі ТЗ)	Логічний
39	$d_{39}$	Прискорення ТЗ (загальне)	Логічний
40	$d_{40}$	Прискорення ТЗ (вісь X)	Логічний
41	$d_{41}$	Прискорення ТЗ (вісь Y)	Логічний
42	$d_{42}$	Прискорення ТЗ (вісь Z)	Логічний
43	$d_{43}$	Швидкість ТЗ (GPS)	Логічний
44	$d_{44}$	Швидкість ТЗ (OBD)	Дійсний
45	$d_{45}$	Порівняння (різниця) значень швидкостей GPS і OBD	Логічний
46	$d_{46}$	Пробіг (відстань) ТЗ загальний, км	Дійсний
47	$d_{47}$	Пробіг (відстань) від початку вимірювань, км	Логічний
48	$d_{48}$	Пробіг (відстань) добовий, км	Логічний
49	$d_{49}$	Час пробігу ТЗ, сек	Дійсний
50	$d_{50}$	Час пробігу ТЗ загальний, сек	Логічний
51	$d_{51}$	Час пробігу ТЗ в русі, загальний, сек	Логічний
52	$d_{52}$	Час відстою ТЗ загальний, сек	Логічний
53	$d_{53}$	Час пробігу ТЗ після запуску двигуна, сек	Логічний
54	$d_{54}$	Номер сесії (вимірювання на відповідному кроці сесії)	Логічний
55	$d_{55}$	Середня температура оточуючого середовища	Дійсний
56	$d_{56}$	Середній тиск оточуючого середовища	Дійсний
57	$d_{57}$	Координата ТЗ - довгота (GPS)	Логічний
58	$d_{58}$	Координата ТЗ – широта (GPS)	Логічний
59	$d_{59}$	VIN-код	Дійсний
60	$d_{60}$	Час збирання інформації	Дата

**Висновки.** В результаті формування та системного аналізу інформаційних структурних елементів розробленої моделі системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації:

- представлена реалізація формування та системний аналіз інформаційних структурних елементів розробленої моделі системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації;
- описано визначення множини структурних елементів системи моніторингу технічного стану ТЗ і множини елементів для всієї системи моніторингу;
- описано для множин структурних елементів моделі системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ складання матриці семантичної суміжності і побудова орієнтованих графів інформаційної структури;
- виконаний аналіз множин передування і досяжності, матриці семантичної досяжності і матриці семантичної суміжності, а також визначені інформаційні елементи системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ;
- описано визначення множини інформаційних елементів, групових елементів, множин ключів і атрибутів системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації.

Отриманої в результаті проведеного аналізу інформації достатньо для створення системи управління бази даних реляційного типу, в тому числі і в компонентах ППК «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16».

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Волков В.П. Структурний підхід до розробки автоматизованої системи збирання даних і моніторингу параметрів технічного стану транспортного засобу / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.В. Грицук, Ю.В. Волков // Науковий вісник Херсонської державної морської академії, № 1 (16), 2017, С.120-131.
2. Волков В.П. Особливості формування інформаційної моделі предметної області моніторингу параметрів технічного стану транспортного засобу / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.В. Грицук, Ю.В. Волков // Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. – Херсон : Херсонська державна морська академія, 2017. – № 12 (17). - с. 164– 174.
3. Говорущенко Н.Я. Системотехника проектирования транспортных машин: [учебное пособие] / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко - Х.: ХНАДУ, 2002. - 166 с.
4. 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 НТУ «ХП». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2013. – №64 (970). – С. 36–42.
5. Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В., Волков Ю.В., Володарець М.В. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів. – Харків: ФОП Панов А.М., 2018. – 300 с.
6. Gritsuk, I.V., Volkov, V., Mateichyk, V., Grytsuk, Y. et al., «Information Model of V2I System of the Vehicle Technical Condition Remote Monitoring and Control in Operation Conditions,» SAE Technical Paper 2018-01-0024, 2018, doi:10.4271/2018-01-0024.
7. Vychuzhanin, V., Rudnichenko, N., Shybaiev, D., Gritsuk, I. et al., «Cognitive Model of the Internal Combustion Engine,» SAE Technical Paper 2018-01-1738, 2018, doi:10.4271/2018-01-1738
8. Волков В.П. Интеллектуальные системы управления работоспособностью автомобилей / В.П.Волков, В.П. Матейчик, И.В. Грицук, Ю.В. Волков – Харьков: Майдан, 2016. -504 с.

9. Волков В.П. Интеллектуальные системы мониторингу транспорта / В.П. Волков, В.П. Матейчик, П.Б. Комов, И.В. Грицук, М. Смешек, Т.В. Волкова, М.П. Цюман – Харьков: Вид-во НТМТ, 2015. – 246 с.

10. Атрощенко В.А. 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.

11. 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.

12. Говорущенко Н.Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчётные методы исследований): монография / Н.Я. Говорущенко. - Харьков: ХНАДУ, 2011. - 292 с.

13. Волков В.П. Использование технологии data mining в информационной системе мониторинга технического состояния автомобиля / В.П. Волков, И.В. Грицук, Ю.В. Грицук, Ю.В. Волков, Н.В. Володарец - Transactions. Georgian Technical University. Automated Control Systems-2(26), 2018; P. 216-221.

## REFERENCES

1. Volkov, V.P., Gritsuk, I.V., Grytsuk, Yu.V. & Volkov, Yu.V. (2017) Strukturnyi pidkhid do rozrobky avtomatyzovanoi systemy zbyrannia danykh i monitorynhu parametriv tekhnichnoho stanu transportnoho zasobu [Structural approach to the development of an automated data collection system and monitoring vehicle's technical conditions parameters]. Scientific Bulletin of Kherson State Maritime Academy [Naukovyi visnyk Khersonskoi derzhavnoi morskoi akademii]. Vol. 1(16), 120-131.

2. Volkov, V.P., Gritsuk, I.V., Grytsuk, Yu.V. & Volkov, Yu.V. (2017) Osoblyvosti formuvannya informatsiinoi modeli predmetnoi oblasti monitorynhu parametriv tekhnichnoho stanu transportnoho zasobu [The features of the formation of information model of the subject field of monitoring the parameters of the vehicle technical condition]. Scientific Bulletin of Kherson State Maritime Academy [Naukovyi visnyk Khersonskoi derzhavnoi morskoi akademii]. Vol. 2(17), 164-174.

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

4. Volkov, V.P., Mateychyk, V. P., Komov, P. B., Komov, O.B. & Gritsuk, I.V. (2013) Orhanizatsiya tekhnichnoyi ekspluatatsiyi avtomobiliv v umovakh formuvannya intelektual'nykh transportnykh system [Organization of technical operation of cars in the conditions of formation of intelligent transport systems] Visnyk NTU «KHPI». Seriya: Avtomobile- ta traktorobuduvannya [Bulletin of the NTU «KhPI». Series: Automobile and Tractor Engineering] №64 (970), 36–42.

5. Volkov, V.P., Gritsuk, I.V., Grytsuk, Yu.V., Volkov, Yu.V. & Volodarets', M.V. (2018) Informatsiyni systemy monitorynhu tekhnichnoho stanu avtomobiliv [Information systems for monitoring the technical condition of automobiles] Kharkiv: FOP Panov A.M., 300.

6. Gritsuk, I.V., Volkov, V., Mateychyk, V., Grytsuk, Y. et al., «Information Model of V2I System of the Vehicle Technical Condition Remote Monitoring and Control in Operation Conditions,» SAE Technical Paper 2018-01-0024, 2018, doi:10.4271/2018-01-0024.

7. Vychuzhanin, V., Rudnichenko, N., Shybaiev, D., Gritsuk, I. et al., «Cognitive Model of the Internal Combustion Engine,» SAE Technical Paper 2018-01-1738, 2018, doi:10.4271/2018-01-1738

8. Volkov, V.P., Mateychyk, V. P., Gritsuk, I.V. & Volkov, Yu.V. (2016) Intellectual'niye systemi upravleniya rabotosposobnostiu avtomobylei [Intelligent Vehicle Management Systems] Kharkov: Maidan, 504
9. Volkov, V.P., Mateychyk, V. P., Komov, P. B., Gritsuk, I.V., Smeshek, M, Volkova, T.V. & Tsyuman, M.P. (2015) Intellectual'ni systemy monitorinhu transportu [Intelligent transport monitoring systems] Kharkiv: NTMT, 246.
10. Atroschenko, V., Shevtsov, Yu., Yatsyinin, P., Dyachenko, R. & Pedko, M. (2010) Tehnicheskie vozmozhnosti povysheniya resursa avtonomnyih elektrostantsiy energeticheskikh sistem. Monografiya. [Technical possibilities of increasing the life of autonomous power plants of power systems. Monograph] Krasnodar, Izdatelskiy Dom Yug, 192.
11. Mahammad, M.D. (2009) Razrabotka informatsionnoy sistemyi dlya dizelnyih elektrostantsiy s vozmozhnostyami prognoza ih tehničeskogo sostoyaniya. [Development of an information system for diesel power plants with the possibility of forecasting their technical condition.]: Extended abstract of candidate's thesis. Krasnodar.
12. Hovorushchenko, N. (2011) Systemotekhnika avtomobil'noho transporta (raschetnye metody yssledovanyu) [System technic of vehicles (calculation methods of research)]. Khar'kov, KhNADU Publ., 292.
13. Volkov, V.P., Gritsuk, I.V., Grytsuk, Yu.V., Volkov, Yu.V. & Volodarets, N.V. (2018) Ispol'zovaniye tekhnologii data mining v informatsionnoy sisteme monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobilya [The use of data mining technology in the information system for monitoring the technical condition of the car] Transactions. Georgian Technical University. Automated Control Systems. Vol.2(26), 216-221.

**Волков В. П., Грицук И. В., Грицук Ю. В., Волков Ю. В. ФОРМИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

*В работе представлена реализация формирования и системный анализ информационных структурных элементов разработанной модели системы мониторинга параметров технического состояния ТС в условиях эксплуатации. Описаны определения множества структурных элементов системы мониторинга технического состояния ТС и множества элементов для всей системы мониторинга. Описаны для множеств структурных элементов модели системы мониторинга параметров технического состояния ТС составление матрицы семантической смежности и построение ориентированных графов информационной структуры. Выполненный анализ множеств предшествующего и достигаемости, матрицы семантической достигаемости и матрицы семантической смежности, а также определены информационные элементы системы мониторинга параметров технического состояния ТС. В статье описано определение множества информационных элементов, групповых элементов, множеств ключей и атрибутов системы мониторинга параметров технического состояния ТС в условиях эксплуатации. В статье подтверждено, что полученной, в результате проведенного анализа, информации достаточно для создания системы управления базы данных реляционного типа.*

**Ключевые слова:** транспортное средство, условия эксплуатации, граф информационной структуры, система мониторинга, булева матрица семантической смежности, структурные элементы.

**Volkov V.P., Gritsuk I.V., Grytsuk Yu.V., Volkov Yu.V. FORMATION AND ANALYSIS OF INFORMATION STRUCTURAL ELEMENTS OF THE MODEL OF MONITORING SYSTEM OF PARAMETERS OF THE VEHICLE TECHNICAL STATE**

*The implementation of formation and the systematic analysis of the information structural elements of the developed model of monitoring system of parameters of the technical condition of the vehicle in the conditions of exploitation is presented in the paper. The definition of a plurality of structural elements of the monitoring system of the technical condition of the vehicle and a plurality of elements for the whole monitoring system is described. For sets of structural elements of the model of system of monitoring the parameters of the technical state of the vehicle, the composition of the matrix of semantic adjacency and the construction of oriented graphs of the information structure are described. The analysis of sets of transference and reach, matrix of semantic reach and semantic adjacency matrix is performed, as well as the information elements*

*of the monitoring system of the parameters of the technical condition of the vehicle are determined. The article describes the definition of plurality of information elements, group elements, sets of keys and attributes of the system of monitoring the parameters of the technical condition of the vehicle under exploitation conditions. The article confirms that the information obtained as a result of analysis is sufficient to create a relational type database management system.*

**Keywords:** *vehicle, operating conditions, graph of information structure, monitoring system, boolean matrix of semantic adjacency, structural elements.*

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

Статтю прийнято  
до редакції 22.09.18