

1. Compressed Natural Gas Vehicle Maintenance Facility Modification Handbook, Kay Kelly and Margo Melendez, National Renewable Energy Laborator.
2. Gladstein, Neandross & Associates, NREL 44690.

УДК 681.518.5

ФОРМУВАННЯ МОРФОЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Худяков Ігор Валентинович, канд. техн. наук, доцент кафедри СТСК,
Херсонська державна морська академія,

e-mail: igor.khudiakov563@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8900-7879

Грицук Ігор Валерійович, проф. техн. наук, професор кафедри СТСК,
Херсонська державна морська академія,

e-mail: griksuk_iv@ukr.net, ORCID: 0000-0001-7065-6820

Погорлецький Дмитро Сергійович, канд. техн. наук, доцент кафедри СТСК,
Херсонська державна морська академія,

e-mail: dimon150582@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1256-8053,

Черненко Валентина Володимирівна, старший викл. кафедри СТСК,
Херсонська державна морська академія,

e-mail: v.chernenko18@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2013-7058

Юрець Назарій Юрійович, бакалавр,
Національний університет «Чернігівська політехніка»

e-mail: yurets306@gmail.com

Вступ. Сучасний стан розвитку інформаційно-комунікаційної технології руху транспортних засобів (ТЗ) дозволяє в умовах експлуатації забезпечувати розв'язання задач інформатизації робочих процесів завдяки стрімкому розвитку як інформаційних ресурсів так і засобів комунікацій й інформаційних можливостей самих транспортних засобів [1, 2]. В основу інформаційних задач експлуатації транспорту покладена практична реалізація синергетичного об'єднання комп'ютерних ресурсів усіх учасників дорожнього руху в єдиному інформаційному просторі глобальної мережі Internet – від окремого транспортного засобу до корпоративного рівня транспортної організації.

Аналіз останніх досліджень. Питанням формування інформаційних систем моніторингу транспортних засобів займалися численні дослідники. Фундаментом при розробці сучасних систем моніторингу параметрів технічного стану транспортних засобів, нормування і планування на транспорті за допомогою засобів і способів отримання інформації в умовах ITS є основи теорії експлуатації транспортних засобів [2-3].

У роботах [1-3] представлені конструктивні схеми елементів вимірювального комплексу для автоматичного управління двигуном внутрішнього згорання. У роботі [2] описаний інтелектуальний вимірювальний комплекс для дистанційного автоматизованого або автоматичного керування працездатністю ТЗ в умовах експлуатації. Відомі сучасні системи NaviFleet

(Латвія, Geospars), Dynafleet (Швеція, Volvo Group), ruDi (Німеччина, Fritz Rensmann Maschinenfabrik (Дортмунд)) [1-3], які дозволяють здійснювати моніторинг, контроль і керування транспортними засобами, які пересуваються на всій території, де є мобільний зв'язок GPRS/GSM. Крім цього, відомі програми Torque, GPS-Trace Orange, M2M, СКВП, Teletrack [1-3], що представляють електронні інформаційні системи і технології і в цілому формують абсолютно нові принципи технічної експлуатації ТЗ. Названі системи і більшість менш розповсюджених, мають розвинений інтерфейс і дозволяють працювати з досить великими й складними мережами зв'язку і великими об'ємами даних. Недоліком названих систем і програм є відсутність оцінки спектра сучасних умов експлуатації транспорту, обмеженість функціональних можливостей складових компонентів, неможливість раціонального управління експлуатацією ТЗ з урахуванням дорожніх і експлуатаційних умов в оперативному режимі.

В Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті (ХНАДУ) розроблена загальна експлуатаційна класифікація умов роботи ТЗ [2, 3], що базується на офіційних регламентуючих документах. Для її реалізації спільно з фахівцями Херсонської державної морської академії (ХДМА) розроблений ППК «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»» для здійснення ідентифікації, моніторингу параметрів технічного стану, діагностування, ідентифікації умов експлуатації транспортних засобів в умовах ITS. Класифікація умов роботи ТЗ адаптована в розроблений ППК та успішно використовується для експлуатаційних розрахунків та має пряме відношення до технічної експлуатації автомобілів, тому що дозволяє враховувати і визначає навантажувальні, швидкісні і температурні режими роботи вузлів і агрегатів ТЗ [2, 7]. Питання системного формування морфологічної структури інформаційної системи моніторингу транспортних засобів в умовах ITS в межах розробленої класифікації і ППК не розроблялось і тому висвітлення цього питання при дистанційному визначенні умов експлуатації ТЗ в реальному часі в умовах ITS можливо вважати доцільним.

Постановка задачі. Обґрунтування методу системного аналізу на стадії проектування системи моніторингу ТЗ і формування морфологічної структури інформаційної системи моніторингу транспортних засобів є доцільним для умов експлуатації засобів транспорту. Для цього потрібно урахувати особливості конструкції і оснащення транспортних засобів і забезпечити їх інформаційну взаємодію за допомогою морфологічних ознак складових в межах класифікації умов експлуатації з розробленим ППК.

Основний матеріал. В НТУ, ХДМА і ХНАДУ проводяться роботи щодо подальшого розвитку інформаційних програмних комплексів моніторингу транспорту для дослідження можливості дистанційного отримання інформації про параметри експлуатації ТЗ в умовах ITS.

Використовуючи метод морфологічного (структурного) аналізу [9,10, 11 - 14], проведений синтез та аналіз, сформовані можливі схеми інформаційної системи моніторингу транспортних засобів (ІС ТЗ) за вказаними

функціональними елементами на різних етапах виконання властивих їй функцій у ЖЦ в умовах їх експлуатації.

Суть наведеного методу полягає в тому, що в досліджуваній технічній системі ІС ТЗ виділяються декілька характерних для неї основних функціональних елементів морфологічних ознак (характеристик), за кожною з яких складений максимально повний перелік різних конкретних варіантів (альтернатив) технічного вираження наведених ознак (характеристик) [9]. Кожна наведена морфологічна ознака характеризує функцію, конструктивний вузол, режим роботи (або стан) технічної системи КСКП, форму взаємодії вузлів (елементів) тощо, від яких залежить вирішення проблеми і досягнення основної мети функціонування системи в умовах експлуатації.

Морфологічні ознаки (характеристики) ІС ТЗ з їх альтернативами на всіх етапах роботи ТЗ, в умовах експлуатації, розташовані у вигляді морфологічної матриці. Для точного виконання морфологічного аналізу були точно сформульовані цілі функціонування ІС ТЗ, як системи. Для ТЗ в цілому такими цілями є визначений підхід до забезпечення безпеки експлуатації в умовах ІТС за показниками і особливостями сучасних технологій експлуатації ТЗ.

Для кожного з функціональних елементів системи, для адаптації за своїми властивостями в частині особливостей кузова і двигуна ТЗ, основні морфологічні ознаки, від яких залежить досягнення поставленої мети, показані в табл. 1. Представлення особливостей кузова і двигуна ТЗ в системних об'єктах дозволяє виділити їх основні функціональні елементи на різних рівнях, як для кузова ТЗ і двигуна.

У досліджуваній системі, для формування основної морфологічної формули інформаційної системи моніторингу автомобілів в умовах експлуатації було виділено декілька характерних для неї основних характеристик функціональних елементів – морфологічних ознак, за кожною з яких було попередньо складено максимально повний перелік різних відповідних варіантів (альтернатив) технічного вираження наведених ознак. Для кожної морфологічної ознаки було наведено характерні властивості класифікацій, особливостей конструкції автомобілю, складових системи моніторингу, умов експлуатації тощо, від яких залежить вирішення задачі дослідження і досягнення основної мети функціонування системи в умовах експлуатації.

Для зручнішого використання морфологічні ознаки інформаційної системи моніторингу автомобілі в умовах експлуатації було розташовано у вигляді морфологічної матриці.

Для кожного з функціональних елементів інформаційної системи моніторингу автомобілів в умовах експлуатації, для адаптації за особливими властивостями до ТЗ основні морфологічні ознаки, від яких залежить досягнення поставленої мети, показані в табл.1.

Морфологічна матриця містить велику кількість несумісних варіантів, що є недоліком методу. Однак велика його перевага - багатоваріантність. Оскільки метод оснований на морфології об'єктів, він дозволяє системно аналізувати різні структури об'єкту.

Так схема легкового ТЗ KIA CEE'D 2.0 5MT2 бензинової ЕУ буде включати такі сполучення виділених ознак:

(X1.1; X2.1; X3.1; X4.1; X6.1.4; X7.1; X8.1; X9.1; X10.1) + (X5.1.1.2; X5.1.2.2; X5.1.3.1; X5.1.5.2) + (X11.1; X12.1; X13.2; X14.1) + X15.2

Тобто це ТЗ який працює на паливі нафтового походження (X1.1), що зберігається в рідкому стані X2.1) при нормальних умовах (X3.1) відноситься до категорії М1 легковий ТЗ (X4.1) без причепа (X6.1.4), базова модель (X7.1) з колісною формулою 4x2 (X8.1) двоосний (X9.1) та пристосований до роботи в звичайних дорожніх умовах (X10.1). ТЗ має тип кузова хетчбек (X5.1.1.2), літраж двигуна малого класу (X5.1.2.2) з переднім приводом (X5.1.3.1) легковий ТЗ класу В (X5.1.5.2). Також автомобільний двигун оснащений штатними датчиками і ЕБУ (X11.1) та додатковими датчиками адаптованими для встановлення трекера-комунікатора (X12.1), ПЗ ЕБУ не здатне повідомляти VIN-код ТЗ при під'єднанні OBD – сканера (X13.2), системи випуску двигуна оснащена каталітичним нейтралізатором і відповідними для ТЗ датчиками, а саме температури і напруги на датчику O2 (лямбда-датчик) (X14.1). ТЗ не пристосовано до дистанційного діагностування (X15.2).

По аналогії маємо можливість описати ознаки інших ТЗ.

Схема вантажного ТЗ Mercedes-Benz Actros 3 1841 LS:

(X1.1; X2.1; X3.1; X4.5; X6.1.2; X7.1; X9.1; X10.1) +
+ X5.3.1.5 + (X11.1; X12.1; X13.1; X14.1) + X15.3

Схема автобуса Volvo B7R:

(X1.1; X2.1; X3.1; X4.3; X6.1.4; X7.1; X8.3; X9.2; X10.1) +
+ (X5.2.1.4; X5.2.2.2; X5.2.3.2; X5.2.4.3) + (X11.1; X12.1; X13.1; X14.1) +
X15.3

Таким чином, зміна конструктивного вираження конкретного варіанту будь-якої із ознак формує нову схему ТЗ. Розглянутий підхід дозволяє системно досліджувати усі можливі схеми ТЗ, які витікають із закономірностей будови (морфології), тим самим враховуючи, крім відомих, незвичайні варіанти, які при простому переборі могли бути знехтувані. При цьому на відміну від простого перебору виключається пропуск якихось варіантів, що дозволяє розглядати перспективні технічні рішення, які поки ще знаходяться на стадіях конструкторської і технологічної проробки, або тих, які на сьогодні здаються несумісними.

Морфологічна матриця моніторингу ТЗ по кузову і двигуну в умовах експлуатації
Morphological matrix of vehicle monitoring by body and engine under exploitation conditions

Адаптація ТЗ до моніторингу		Можливість ідентифікації ТЗ по кузову або двигуну				Моніторинг окремих параметрів стану ТЗ (не сучасні ТЗ)				Моніторинг технічного стану сучасних ТЗ						
1. Джерело енергії (паливо) ТЗ	1.1. Нафтового походження	1.2. Не нафтового походження		1.3. Живлення за рахунок електричної енергії		1.4. Суміші енергії (1.1+1.3)		1.5. Суміші енергії (1.2+1.3)		1.6. Суміші енергії (1.1+1.2)+1.3						
		2.2. Газоподібний		2.3. Газорідний		2.4. Багатопаливний (комбінований)		2.5. Накопичувач електроенергії		2.6. Інші накопичувачі електроенергії						
2. Агрегатний стан палива автомобіля	3.1. При нормальних умовах		3.2. При високому тиску		3.3. При низьких температурах		3.4. Електричні батареї і конденсатори		3.5. Сонячні батареї		3.6. Паливний елемент					
	4.2. М2		4.3. М3		4.4. N1		4.5. N2		4.6. N3		4.7. O1		4.8. O2		4.9. O3	
3. Спосіб зберігання палива автомобіля	5.1.1. Тип кузова		5.1.1.1. Седан		5.1.1.2. Хетч-бек		5.1.1.3. Універсал		5.1.1.4. Вагон		5.1.1.5. Лімузин		5.1.1.6. Кабриолет		5.1.1.7. Міні-вен	
	5.1.2. Літраж двигуна		5.1.2.1. Особливо малий клас – до 1,2 л		5.1.3.1. Передній		5.1.2.2. Малий клас – 1,2...1,8 л		5.1.2.3. Середній клас – 1,8...3,5 л		5.1.2.4. Великий клас – більше 3,5 л		5.1.3.3. Повний			
4. Категорія АТЗ	5.1.3. Механічний тип приводу		5.1.4.1. Електропривід кожного колеса		5.1.4.2. Передній електропривід, задній - механічний		5.1.4.3. Передній механічний привід, задній - електричний		5.1.5.5. Клас Е + - легкові автомобілі довжиною 4,8-5 м, шириною більше 1,8 м.				5.1.5.6. Клас F + складається з автомобілів завдовжки понад 5 м, шириною понад 1,8 м.			
	5.2.1. За габаритною довжиною		5.2.1.1. Особливо малий клас (до 5 м.)		5.2.1.2. Малий клас (від 6,0 до 7,5 м.)		5.2.1.3. Середній клас (8,0 до 9,5 м.)		5.2.1.4. Великий клас (10,5 до 12,0 м.)		5.2.1.5. Особливо великий клас (16,5 м. і більше)					
5. Тип автомобіля (ТЗ)	5.2.2. Максимально технічно допустима маса більше ніж 5 т		5.2.2.1. М2 - транспортний засіб перевезення пасажирів, у якому кількість місць для сидіння, не враховуючи вісім, максимально технічно допустима маса не більше ніж 5 т		5.2.2.2. М3 - транспортний засіб призначений для перевезення пасажирів, у якому кількість місць для сидіння, не враховуючи вісім, максимально технічно допустима маса більше ніж 5 т		5.2.3.1. Клас А - ТЗ, призначені для перевезення пасажирів, які стоять				5.2.3.2. Клас В - ТЗ, призначені для перевезення пасажирів, які сидять					
	5.2.4. ТЗ для враховуючи водія		5.2.4.1. Клас І - ТЗ, конструкцією		5.2.4.2. Клас ІІ - ТЗ, конструкцією		5.2.4.3. Клас ІІІ - ТЗ, конструкцією яких									
5.1. Легковий М1													5.1.1.8. Рождер			
5.2. Тип автомобіля (ТЗ)													5.1.1.9. Рождер			

Продовження таблиці 1

5.3. Вантажний N	перевезення більше ніж 22 пасажирів, не враховуючи водія		яких передбачені місця для пасажирів, які стоять, за умови забезпечення можливості їх безперешкодного пересування				яких призначена для пасажирів, які переважно сидять, та допускає можливість перевезення пасажирів, які стоять				призначена винятково для перевезення пасажирів, які сидять			
	5.3.1. Тип АТЗ	5.3.1.1. Бортовий вий	5.3.1.2. Самосвальний	5.3.1.3. Цистерна	5.3.1.4. Фургон	5.3.1.5. Тягач	5.3.1.6. Бортовий тентований	5.3.1.7. Бетон-озміщувач	5.3.1.8. Авторефрижератор	5.3.1.9. Автовоз	5.3.1.10. Контейнеровоз			
6.1. Типи			6.1.1. Прицеп				6.1.2. Напівприцеп				6.1.4. Без причепа			
7.1. Базова модель			7.2. Похідна модель									7.3. Модифікація моделі		
8. Колісна формула			8.1. 4 x 2				8.2. 4 x 4				8.3. 6 x 4		8.4. 6 x 6	
9. За кількістю осей			9.1. Двохосний				9.2. Трьохосний				9.3. Чотирьохосний		9.4. П'ятиосний і більше	
10. За способом пристосова-ності до роботи в різних дорожніх умовах			10.1. Дорожні				10.2. Підвищеної прохідності				10.3. Ветеринари		10.4. Позашляховики	
11. Оснащення штатними датчиками і ЕБУ			11.1. Автомобільний двигун оснащений штатними датчиками і ЕБУ									11.2. Автомобільний двигун не оснащений штатними датчиками і ЕБУ		
12. Оснащення додатковими датчиками, адаптованими для встановлення трекера - комунікатора			12.1. Автомобільний двигун оснащений додатковими датчиками, адаптованими для встановлення трекера - комунікатора									12.2. Автомобільний двигун не оснащений додатковими датчиками, адаптованими для встановлення трекера - комунікатора		
13. Здатність ПЗ ЕБУ повідомляти VIN-код ТЗ при під'єднанні OBD - сканера			13.1. ПЗ ЕБУ здатне повідомляти VIN-код ТЗ при під'єднанні OBD - сканера									13.2. ПЗ ЕБУ не здатне повідомляти VIN-код ТЗ при під'єднанні OBD - сканера		
14. Оснащення системи випуску двигуна каталітичним нейтралізатором і відповідними для ТЗ датчиками, а саме температури і напруги на датчику O2 (лямбда-датчик)			14.1. Системи випуску двигуна оснащена каталітичним нейтралізатором і відповідними для ТЗ датчиками, а саме температури і напруги на датчику O2 (лямбда-датчик)									14.2. Системи випуску двигуна не оснащена каталітичним нейтралізатором і (або) не оснащена відповідними для ТЗ датчиками, а саме температури і напруги на датчику O2 (лямбда-датчик)		
15. Пристосованість до дистанційного діагностування			15.1. Пристосовано				15.2. Не пристосовано				15.3. Обладнано спеціальними засобами			

Двигун автомобіля (ТЗ)

Висновки.

1. Обґрунтована концепція інформаційної системи моніторингу ТЗ в умовах ITS, яка об'єднує спостереження, аудит, прогноз експлуатації, та базується на використанні морфологічної матриці.

2. Розроблено модель функціонування системи інформаційної системи моніторингу ТЗ з використанням системних об'єктів, що дозволяє систематизувати можливі схеми побудови кузова ТЗ і двигуна та досліджувати вплив різних конструкцій двигуна і ТЗ на забезпечення моніторингу їх робочих процесів в умовах експлуатації в розробленій моделі функціонування системи.

3. Виконано систематизацію конструктивних схем ТЗ і двигуна, як підсистеми, яка визначає рівень забезпечення їх безпеки в умовах експлуатації. Систематизація схем ТЗ і двигуна проведена за методом морфологічного (структурного) аналізу, сформовані можливі існуючі і перспективні схеми ТЗ і двигуна за вказаними функціональними елементами на різних етапах виконання властивих їм функцій в умовах експлуатації засобами ITS.

Література

1. 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.

2. 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 НТУ «ХПІ». Серія: Транспортне машинобудування. – Х. : НТУ «ХПІ», 2017. – № 14 (1236). – С. 10–20.

3. Говорущенко Н.Я. Системотехніка транспорту (на прикладі автомобільного транспорту)/ Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко – Харків: РІО ХГАДТУ, 1999. – 468 с.

4. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей / [Н.Я.Говорущенко]. - Харків: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 2084. – 312 с.

5. Волков В.П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем: монография / Волков В.П., Матейчик В.П., Никонов О.Я., и др; под. ред. Волкова В.П. – Донецк: Ноулидж, 2013.– 400 с.

6. Матейчик В. П. Особливості моніторингу стану транспортних засобів з використанням бортових діагностичних комплексів / В. П. Матейчик, В. П. Волков, П. Б. та ін.// Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. - 2014. - Вип. 13(1). - С. 125-137.

7. Худяков І.В. Моделі бази даних інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану транспортних засобів // Луцький національний

технічний університет «Наукові нотатки» випуск 67, – Луцьк ЛНТУ, 2019 – с.141-148.

8. Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Дубиняк С.А. Теорія технічних систем. – К.: - Тернопіль. - 1987. – 310 с.

9. Одрин В.М., Картавов С.С. Морфологический анализ систем. Построение морфологических матриц. - К.: Наукова думка. – 1977. – 183с.

10. Худяков І.В. Особливості формування системи дистанційного визначення працездатності та безпеки експлуатації транспортних засобів / Грицук І. В., Волков В. П., Симоненко Р.В., ВолодарецьМ. В. // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ імені Дмитра Моторного, 2019. – Вип. 19, т. 4. С 298-310.

11. Матейчик В. П. Системний підхід до аналізу структурних схем енергоустановок транспортних засобів / В. П. Матейчик // Вісник НТУ“ХПІ” №7(т.2). – Харків, НТУ”ХПІ”. –2002. – С.162-167.

12. Худяков І.В. Особливості дистанційної ідентифікації режимів праці та відпочинку водія в системі інформаційного моніторингу транспортних засобів / Худяков І.В., Симоненко Р.В., Грицук І.В., Матейчик В.П., Волков В.П., Білоусова Т.П., Володарець М.В. // Зірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій Серія «Транспортні системи і технології» Київ·ДУІТ·2020 – випуск №35 – с. 146-156.

13. Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки: навч. посіб. / М. Ф. Дмитриченко, В. П. Матейчик, О. К. Гришук, М. П. Цюман // К.: НТУ, 2014. – 168.

14. Грицук І.В. Комплексний комбінований прогрів: системний підхід до формування схем забезпечення оптимального температурного стану ТЗ в умовах експлуатації / І.В. Грицук // Вісник НТУ «ХПІ». 2015. № 10 (1119), с. 95-101.

УДК 658.5

ВДОСКОНАЛЕННЯ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ SIX SIGMA

Болдовський Володимир Миколайович, к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортної інфраструктури,
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»,
e-mail: v.boldovskyi@khai.edu, ORCID: [0009-0008-5069-756X](https://orcid.org/0009-0008-5069-756X)

Актуальність теми роботи пов'язана з дослідженням методів вдосконалення технологічних процесів та організації робіт з випуску якісної продукції, які необхідно впроваджувати на більшості машинобудівних підприємств України.

У сучасних умовах глобальної конкуренції машинобудівні підприємства потребують постійного вдосконалення своїх процесів для зниження витрат і підвищення якості продукції.