УДК 65; 629.017:629.083

DOI: https://doi.org/10.31649/2413-4503-2020-11-1-107-114

О. П. Сакно[1]
Є. П. Медведєв[2]
Т. М. Колеснікова[1]
В. П. Олло[3]
С. І. Сорока[2]
С. В. Цимбал[4]

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРОГРЕСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ТЕХНІЧНИЙ СТАН АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

[1]ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», м. Дніпро
[2]Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Сєвєродонецьк
[3]Військова академія, м. Одеса
[4]Вінницький національний технічний університет

Мета роботи – запропонувати основні характеристики прогресивних технологій нового покоління в системі технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів та узагальнити опис контрольованих процесів, що протікають в системах автотранспортних засобів. Застосування структурного синтезу, дозволило запропонувати основні характеристики прогресивних технологій нового покоління в системі технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів. Технології нового покоління характеризуються оптимальними характеристиками, що обумовлені основними признаками (або властивостями), особливостями автомобіля і забезпеченням системи обслуговування. Для створення прогресивних технологій нового покоління необхідне нетрадиційне забезпечення (висококваліфікований рівень кадрів, прогресивний рівень технічної системи, технологічний рівень середовища) та використання комплексних систем діагностики, контролю та управління обладнанням для технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Комплексний підхід дозволяє використовувати нетрадиційні техніко-економічні показники (загальна вартість витрат на всі об'єкти рівнів ієрархії макросистеми, вартість життєвого циклу агрегатів, вузлів, вартість витрат матеріальних, енергетичних й інформаційних заходів). Зміна технічного стану і контроль працездатності автотранспортних засобів можна представити у вигляді системи, на вході якої діють векторні функції: умови експлуатації, управління системою технічного обслуговування і ремонту, внутрішні зв'язки системи управління. В результаті моделювання зміни технічного стану отримано функцію стану, що дає узагальнений опис контрольованих процесів в системах автотранспортних засобів. Функція стану агрегатів автотранспортних засобів може включати детерміновані (чіткі й однозначні) та випадкові компоненти.

Ключеві слова: автотранспортний засіб, система технічного обслуговування і ремонту, технологія, технічний стан.

Вступ

Зміна технічного стану об'єкта визначається значеннями діагностичних (контрольованих) параметрів. Вибір найбільш інформативних параметрів об'єкта діагностування може починатися тільки після дослідження явищ, що протікають в об'єкті, і наявності хоча б наближеного опису контрольованих процесів.

Контроль об'єкта як динамічної системи зазвичай розглядають як реакцію на ті вхідні змінні, які збурюють та управляють [1, 2]. У такій схемі, заснованій на принципі «вхід-вихід», контроль і оптимізація роботи об'єкта здійснюється на основі зв'язків між вхідними змінними, за які використовуються всі зовнішні, що збурюють (умови експлуатації), та управляючі (з боку оператора і керуючих пристроїв) і вихідні змінні.

Метою роботи є запропонувати основні характеристики прогресивних технологій нового покоління в системі технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів та узагальнити опис контрольованих процесів, що протікають в системах автотранспортних засобів.

© О. П. Сакно, Є. П. Медведєв, Т. М. Колеснікова, В. П. Олло, С. І. Сорока, С. В. Цимбал, 2020

Аналіз існуючих рішень

Сучасне сервісне обслуговування АТЗ посідає таке саме почесне місце, як і класичні інструменти – рекламування товару виробника, стимулювання продажу товару за певних умов, робота з громадськістю і персональний продаж. Розвиток якісного, відповідно до сучасних вимог споживача, сервісного обслуговування протягом усього життєвого циклу АТЗ розглядається як передумова створення нових технологій для технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) АТЗ.

На етапі моделювання технології технологічного процесу виникає питання вибору прогресивної раціональної або оптимальної технології, саме технологічного процесу і технологічної системи.

В даному випадку вибір раціонального або оптимального варіанту технології полягає в генеруванні множини варіантів рішення і вибір із множини спочатку деякої підмножини перспективних рішень, а потім і раціонального або оптимального варіанту технологічного рішення. Для вибору раціонального або оптимального варіанту використовують методи направленого пошуку [1]. Процес прийняття необхідного технологічного рішення в процесі проведення ТО і Р АТЗ завершується вибором єдиного домінуючого варіанту технології, який виконується на основі загальних та часткових законів, що діють в АТЗ. Для прийняття даного рішення виступає попереду ситуація з характерними властивостями (рівень конструкція АТЗ, рівень його технічного стану на всіх етапах життєвого циклу, рівень підприємства тощо), а також наявність інформації щодо прогресивної технології або можливість її використання.

Результати дослідження

Основні характеристики прогресивних технологій надано структурною схемою на рис. 1. Вона має ієрархічну структуру і містить основні ознаки (властивості) АТЗ, особливості конструкції АТЗ та напрями забезпечення ефективної експлуатації АТЗ.

Міркувати про прогресивні нові технології в системі ТО і Р АТЗ потрібно за кінцевим результатом, а саме – за надійністю АТЗ. На підставі цього основні ознаки за рис. 1 мають такі категорії:

– якісно нова сукупність властивостей АТЗ або його компонентів (причина);

– якісно нова міра корисності компонентів АТЗ (наслідок).

Створені прогресивні технології нового покоління мають нові базові особливості. Основні з них пов’язані з високою наукоємністю їх створення, складністю реалізації і функціонування. Потрібен високий рівень інформаційних комп'ютерних технологій, оптимальний рівень енергозабезпечення. Моделювання нових технологій повинно базуватися на оптимальних технологічних процесах, при цьому використовуються нові методи ТО і Р компонентів, агрегатів, АТЗ в цілому. Використовуються прогресивні засоби виробництва. Створені технології повинні мати високу стійкість та надійність функціонування за заданим маршрутом технологічного процесу. Усе це повинно бути детально пророблено на основі нових підходів в моделюванні і забезпечення екологічності та ресурсозбереженості. Разом з цим створена технологія повинна буди відкрита до розвитку та мати можливість еволюціонувати і модифікувати згідно зі зовнішніми умовами, що змінюються. Крім того прогресивні технології можуть мати ряд інших особливостей, що відносяться до спеціальних питань їх моделювання.

Для створення прогресивних технологій нового покоління необхідно нетрадиційне забезпечення [3], а саме: висококваліфікований рівень кадрів, прогресивний рівень технічної системи та технологічний рівень середовища. В даному випадку моделювання технологічних систем повинно визначатися кон’юнктурою ринку; базуватися на нових принципах, властивостях і якостях композиції обладнання ТО і Р АТЗ. Створені технологічні системи повинні мати ергономічність і естетичність, високу надійність функціонування. Для цього широко повинні використовуватися комплексні системи діагностики, контролю та управління обладнанням ТО і Р, а також нові принци роботи обладнання. Такий комплексний підхід дозволяє використовувати нетрадиційні техніко-економічні показники.

Характеристичні показники якості створеної нової технології мають такий вираз:

$$\left.\begin{aligned} C(t_k) &= \sum_{i=1}^{z}\sum_{j=1}^{v} C_{ij}(t_k) = K(t_k) \to \min(t_k) \\ C_{ij}(t_k) &= C(S_{ij}) + C(E_{ij}) + C(I_{ij}) \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

де $C(t_k)$ – загальна вартість витрат на всі об’єкти рівнів ієрархії макросистеми, в момент часу t_k; $C_{ij}(t_k)$ – вартість життєвого циклу j-го об’єкта на i-у ієрархічному рівні макросистеми в момент часу t_k; $C(S_{ij})$, $C(E_{ij})$, $C(I_{ij})$ – вартість множини витрат матеріального, енергетичного і інформаційного типів, відповідно; v – кількість об’єктів на i-у ієрархічному рівні макросистеми; z – кількість ієрархічних рівнів макросистеми; $K(t_k)$ – оптимальний функціонал, що мінімізує витрати ($min(t_k)$) в момент часу t_k.

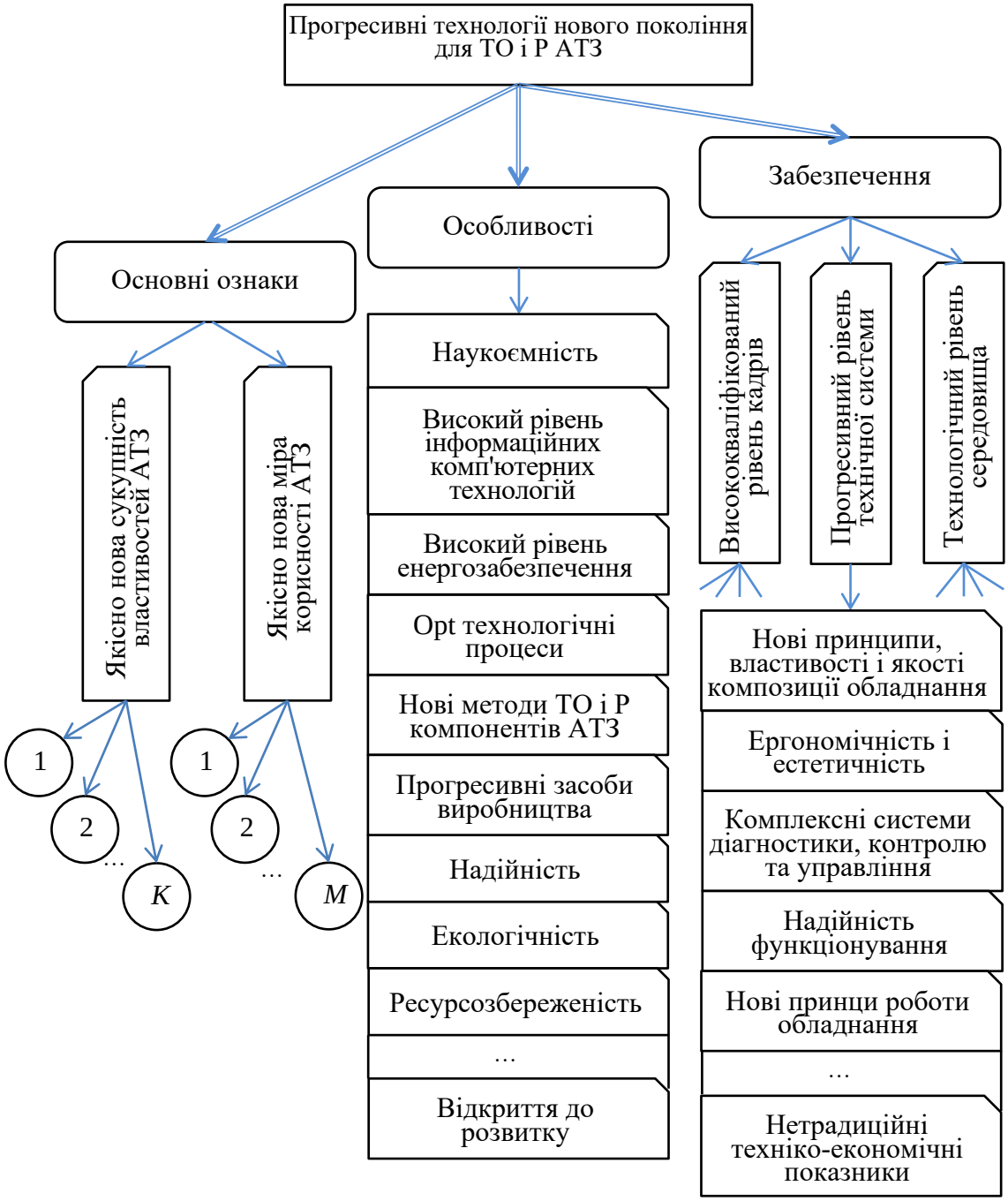

Рис. 1. Основні характеристики прогресивних технологій нового покоління в системі ТО і Р АТЗ

Таким чином технології нового покоління характеризуються оптимальними характеристиками. Вони обумовлені основними ознаками, особливостями і забезпеченням.

Наприклад, системи нового покоління: система Predictive Powertrain Control (PPC) – вантажівка активно гальмує та прискорює, розпізнає дорожні знаки та залучає відповідну стратегію переміщення; eActros – електричний вантажний автомобіль Mercedes Trucks; driver-assistance systems (ADAS) – самостійно ініціює повне аварійне гальмування (Level 2 автоматичного водіння) [4, 5, 6] тощо. Вони потребують сучасного нового підходу при проведенні ТО і Р.

Таким чином, зміна технічного стану і контроль працездатності АТЗ контролю можна представити у вигляді системи (рис. 2), на вході якої діють векторні функції:

1. Умови експлуатації $S=[s_1(t), \dots s_n(t)]$.
2. Управління системою ТО і Р АТЗ $U=[u_1(t), \dots u_m(t)]$.
3. Внутрішні зв'язки системи $\Phi=[\varphi_1(t), \dots \varphi_r(t)]$.

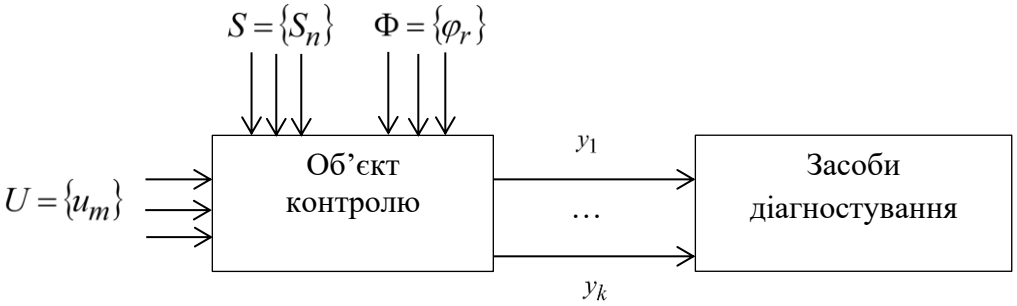

Рис. 2. Схема факторів, що впливають на стан об'єкта:
$S = \{S_n\}$ – умови експлуатації; $U = \{U_m\}$ – управління системою ТО і Р АТЗ;
$\Phi = \{\varphi_r\}$ – внутрішні зв'язки системи; y_k – вихідні параметри k-системи для діагностування

Це означає, що на об'єкт контролю діє n – обурені, m – керуючі і l – внутрішні впливи, які є функцією будь-якого аргументу t, наприклад, часу або пробігу. Для АТЗ аргументом t є пробіг.

При цьому функція $S(t)$ характеризує зовнішні впливи: характеристики дороги, кліматичні умови, навантаження. Внутрішні зміни характеризуються вектором $\Phi(t)$, що відображає вплив старіння і зносу.

Вихідні змінні утворюють також векторну (k-мірну) функцію $Y=[y_1(t), \ldots y_k(t)]$, компонентами якої є всі контрольовані параметри.

Вихідні параметри $Y(t)$ відображають відповідність поточного стану контрольованих об'єктів вимогам нормативної документації і залежність від вхідних впливів $\Phi(t)$, $U(t)$ *і* $S(t)$.

Тоді задача контролю на початковому етапі зводиться до розпізнавання приналежності цієї функції до одного з двох класів: S_1 – об'єкт справний або S_2 – об'єкт несправний.

Тут і надалі під об'єктом контролю розуміється агрегат, вузол або складова частина машини, що характеризуються великою кількістю контрольованих параметрів, за якими автоматично ідентифікується вид технічного стану. При цьому, деякі параметри можуть характеризувати технічний стан як однієї складальної одиниці, так і декількох одночасно, або автомобіля в цілому.

При стаціонарному діагностуванні автомобілів, а відповідно і об'єкти контролю намагаються помістити в жорстко фіксовані умови, але, як правило, при цьому не вдається повністю стабілізувати всі навантажувальні і швидкісні режими стендів. Тому стан входів і виходів є деякими, в загальному випадку, випадковими функціями часу і для опису стану об'єкта необхідно використовувати функціонали від них.

Таким чином, при контролі доцільно контролювати два динамічних процеси – вхідний і вихідний.

Вище було показано, що об'єкт має вихідну функцію Y, характеристики якої залежать від Φ, U і S. Цей вектор піддається вимірюванню. При цьому на нього впливає вектор $Z=[z_1, \ldots z_s]$, який вносить похибки в процес вимірювання.

В результаті вектор Y залежить від чотирьох аргументів:

$$Y = F_\varphi(U, \Phi, S, Z), \varphi = \overline{1, M} \tag{2}$$

Працездатність об'єкта, як відомо [3], характеризує його здатність виконувати задані функції в певних умовах експлуатації. При цьому працездатність об'єкта характеризується таким технічним станом, при якому в даний момент часу (пробігу АТЗ) параметри вектора Y знаходяться в межах, встановлених нормативно-технічною документацією

$$Y_\varphi(U, \Phi, S, Z) \le Y_\varphi^* \tag{3}$$

де Y^*_φ – гранична межа заміру для φ-го параметра.

Нерівність (3) виділяють в просторі, що характеризує працездатність об'єкта, область G, де може змінюватися вектор Y. Зміна вектора всередині області G безпосередньо залежить від характеру U, Φ, S, Z.

При описі фізичних процесів, що протікають в об'єкті, вплив вектора Z не враховується.

Зміна стану об'єкта може бути представлена значеннями деякої, в загальному випадку, векторної функції W [1], яку в подальшому будемо називати функцією стану або просто станом об'єкта.

До сукупності контрольованих параметрів, що входять в функцію стану, і до форми функції пред'являються різні вимоги. Серед них – вимога необхідної повноти надання зміни технічного стану

об'єкта. Це означає, будь-яке розходження в стані об'єкта повинно бути відображено в зміні значення аргументу. Тоді функція стану повинна бути

$$W(Y)=W\left(Y_0+\frac{1}{1!}\sum_1^j W'\cdot\Delta y_j+\frac{1}{2!}\sum_1^j W''\cdot\Delta y_j^2+...\right) \tag{4}$$

або

$$W(Y)=W\left(Y_0+\frac{1}{1!}\sum_1^j \frac{dW}{dy_j}\cdot\Delta y_j+\frac{1}{2!}\sum_1^j \frac{d^2W}{dy_j^2}\cdot\Delta y_j^2+...\right) \tag{5}$$

де Y_0 – сукупність номінальних значень контрольованих параметрів об'єкта контролю; j – кількість контрольованих параметрів.

Функцію стану можна визначити таким чином, щоб виконувалася умова

$$W(Y_0)=0. \tag{6}$$

У цьому випадку функція стану буде визначатися збільшенням всіх її аргументів щодо їх номінальних значень:

$$W(Y)=W(Y_0+\Delta Y)=\frac{1}{1!}\sum_1^j \frac{dW}{dy_j}\cdot\Delta y_j+\frac{1}{2!}\sum_1^j \frac{d^2W}{dy_j^2}\cdot\Delta y_j^2+... \tag{7}$$

Для різних форм аналізу доцільно залишити в розкладанні (7) тільки член з першим приростом. Умовою допустимості такого обмеження числа розкладання є співвідношення

$$\sum_1^j \frac{dW}{dy_j}\cdot\Delta y_j >> \sum_1^j \frac{d^2W}{dy_j^2}\cdot\Delta y_j^2. \tag{8}$$

Природно, що члени розкладання з більш високими степенями збільшень покладаються і поготів малими. Тоді

$$W=\sum_1^j \frac{dW}{dy_j}\cdot\Delta y_j. \tag{9}$$

Функцію стану W у формулі (9) можна представити як суму збільшень аргументів:

$$W=\sum_1^j \beta_j\cdot\Delta y_j. \tag{10}$$

Кожне з збільшень аргументів функції стану є деякою, в загальному випадку, випадковою функцією часу (пробігу), тобто

$$\Delta y_j=y_j(t). \tag{11}$$

Відповідно до (10) з (11) випливає, що і сама функція стану також залежить від часу, а для АТЗ – від пробігу:

$$W(Y)=\sum_1^j \beta_j\cdot\Delta y_j=\sum_1^j \beta_j\cdot\Delta y_j(t)=Y(t). \tag{12}$$

Зміни контрольованих параметрів об'єкта можуть бути за своїми властивостями розчленовані на два незалежних адитивних компонента: оборотного і необоротного. Перший з цих компонентів зумовлений існуванням цілого комплексу різного роду випадкових факторів, частина з яких носить зовнішній для об'єкта характер і обумовлений флуктуаціями зовнішніх умов і керуючих впливів і відображає вплив векторних функцій $S(t)$ *і* $U(t)$.

За своїми властивостями оборотний компонент може розглядатися як випадкова функція з досить широким енергетичним спектром, тобто з досить швидкими змінами своїх значень. Її можна позначити як $V_j(t)$, де індексом j відзначена приналежність даного компонента j-му контрольованому параметру.

Другий компонент обумовлений протіканням сукупності необоротних фізичних процесів всередині контрольованого об'єкта. У числі таких процесів, в першу чергу, знаходяться процеси старіння і зносу, що характеризуються вектором Φ. Ці процеси протікають порівняно повільно, мають досить гладкий характер, і як правило, відрізняються певними напрямками змін. Це дозволяє залучати для їх опису детерміновані функції часу (пробігу). Другий компонент називають детермінованим компонентом і позначають $f_j(t)$.

Таким чином, залежність j-го контрольованого параметра від часу або пробігу матиме вигляд [1]:

$$y_j(t)=f_j(t)+V_j(t). \tag{13}$$

Тоді в цілому математичну модель функції стану об'єкта відповідно до (13) можна записати:

$$Y(t)=\sum_{1}^{j}\beta_j\cdot\Delta y_j(t)=\sum_{1}^{j}\beta_j\cdot\left[f_j(t)+V_j(t)\right]=\sum_{1}^{j}\beta_j\cdot f_j(t)+\sum_{1}^{j}\beta_j\cdot V_j(t)=F(t)+V(t) \quad (14)$$

З останнього виразу (14) випливає, що функція стану також буде мати детермінований – $F(t)$ і випадковий $V(t)$ компоненти.

Компоненти функції стану можуть мати як загальні параметри, так і по-елементні, що різняться із загального набору аргументів функції. Зокрема, компоненти можуть бути тими чи іншими взятими контрольованими параметрами.

Для одного і того ж об'єкта контролю функції стану можуть бути обрані не єдиним способом. При цьому вимога про те, щоб обрані параметри допускали свою кількісну оцінку є одним з основних.

Для АТЗ в цілому, так і для багатьох вузлів і агрегатів ці моделі відсутні. У той же час існуючі математичні аналогії часто мають складний вид [2] з численними припущеннями, які не дозволяють конкретно ставити селекцію параметрів.

Висновки

1. Таким чином, в результаті моделювання зміни ТС отримано функцію стану, що дає узагальнений опис контрольованих процесів в системах автотранспортних засобів.

2. Функція стану агрегатів автотранспортних засобів може включати детерміновані (чіткі й однозначні) та випадкові компоненти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Г.Д. Кокорев, И. А. Успенский, Н. В. Барышов, С. Н. Борычев и др., «Периодичность контроля технического состояния мобильной сельскохозяйственной техники,» *Научный журнал КубГАУ*, № 07 (081), с. 480–490. 2012.

[2] V. Ivanovich, R. Mitrovich, D. Jovanovich, "Software for Management of Maintenance System for Truck, Passenger Car, Coach and Work Machines," *Sustainable Automotive Technologies*, 2012, pp. 267–273.

[3] А. Н. Михайлов, *Основы синтеза функционально-ориентированных технологий машиностроения.* Москва, Машиностроение, 2009.

[4] Матеріали сайту SAE [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.sae.org/news/2018/08/connectivity-for-truck-of-the-future. Дата звернення: березень, 15, 2020.

[5] Y.-H. Cheng, Y.-H. Chang, I.J. Lu, "Urban transportation energy and carbon dioxide emission reduction strategies," *Applied Energy*, vol. 157, pp. 953-973. 2015.

[6] J. Brown, "Ultra-High Efficiency Electric Motor Generator," *Sustainable Automotive Technologies*, pp. 187–191. 2012.

Сакно Ольга Петрівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, e-mail: sakno-olga@ukr.net.

Колеснікова Тетяна Миколаївна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, e-mail: tnk1403@ukr.net.

ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», м. Дніпро.

Медведєв Євген Павлович – канд. техн. наук, доцент кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, e-mail: medvedev.ep@gmail.com.

Сорока Сергій Іванович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, e-mail: sever.personal@gmail.com

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Сєвєродонецьк.

Олло Василь Петрович – канд. пед. наук, доцент кафедри продовольчого та речового забезпечення, e-mail: ollovp@gmail.com.

Військова академія, м. Одеса.

Цимбал Сергый Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобылыв та транспортного менеджменту, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net.

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

O. Sakno[1]
Ie. Medvediev[2]
T. Kolesnikova[1]
V. Ollo[3]
S. Soroka[2]
S. Tsymbal[4]

Research influence of breakthrough maintenance technologies on the technical condition of vehicles

[1]Prydniprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dnipro
[2]Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Severodonetsk
[3]Military Academy, Odesa
[4]Vinnytsia National Technical University

The aim of the article is to propose the main characteristics of the new generation of breakthrough technologies in the system of maintenance and repair of vehicles and to generalize the description of the controlled processes occurring in vehicle systems. The use of structural synthesis has allowed us to offer the basic characteristics of breakthrough technologies of a new generation in the system of maintenance and repair of vehicles. The technologies of the new generation are characterized by the optimal one due to the main features (or properties), vehicle features and maintenance system. To create innovative technologies of a new generation, it is necessary to provide unconventional support (a highly qualified level of personnel, a progressive level of a technical system, a technological level of the environment) and use complex systems of diagnostics, control and equipment management for maintenance and repair of automobiles. An integrated approach allows the use of non-traditional technical and economic indicators (total cost of expenses for all objects of the hierarchy level of the macrosystem, the cost of the life cycle of units, nodes, the cost of the costs of material, energy and information activities). Changing the technical condition and monitoring the performance of vehicles can be represented in the form of a system at the input of which there are vector functions: operating conditions, management of the maintenance and repair system, internal communications of the control system. As a result of modeling changes in the technical condition, a state function is obtained that gives a generalized description of the controlled processes in vehicle systems. The state function of motor vehicle aggregates may include deterministic (clear and unambiguous) and random components.

Key words: vehicle, maintenance and repair, technology, technical condition.

Sakno Olha – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation and Maintenance of Machines, e-mail: sakno-olga@ukr.net.

Medvediev Ievgen – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Logistics Management and Traffic Safety in Transport, e-mail: medvedev.ep@gmail.com.

Kolesnikova Tetiana – Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation and Maintenance of Machines, e-mail: tnk1403@ukr.net.

Ollo Vasyl – Ph. D. (Pedagogical), Associate Professor of Department of Food and Supplies, e-mail: ollovp@gmail.com.

Soroka Serhiy – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Logistics Management and Traffic Safety in Transport, e-mail: sever.personal@gmail.com.

Tsymbal Sergiy – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Automobiles and Transportation Management, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net.

О. П. Сакно[1]
Е. П. Медведев[2]
Т. Н. Колесникова[1]
В. П. Олло[3]
С. И. Сорока[2]
С. В. Цымбал

Исследование влияния прогрессивных технологий обслуживания на техническое состояние автотранспортных средств

[1]ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», г. Днепр
[2]Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля, г. Северодонецк
[3]Военная академия, г. Одесса
[4]Винницкий национальный технический университет

Цель работы – предложить основные характеристики прогрессивных технологий нового поколения в системе технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств и обобщить описание контролируемых процессов, протекающих в системах автотранспортных средств. Применение структурного синтеза, позволило предложить основные характеристики прогрессивных технологий нового поколения в системе технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств. Технологии нового поколения характеризуются оптимальными обусловленными основными признаками (или свойствами), особенностями автомобиля и обеспечением системы обслуживания. Для создания прогрессивных технологий нового поколения необходимо нетрадиционное обеспечение (высококвалифицированный уровень кадров, прогрессивный уровень технической системы, технологический уровень среды) и использовать комплексные системы диагностики, контроля и управления оборудованием для технического обслуживания и ремонта автомобилей. Комплексный подход позволяет использовать нетрадиционные технико-экономические показатели (общая стоимость затрат на все объекты уровней иерархии макросистемы, стоимость жизненного цикла агрегатов, узлов, стоимость затрат материальных, энергетических и информационных мероприятий). Изменение технического состояния и контроль работоспособности автотранспортных средств можно представить в виде системы, на входе которой действуют векторные функции: условия эксплуатации, управления системой технического обслуживания и ремонта, внутренние связи системы управления. В результате моделирования изменения технического состояния получена функция состояния, дает обобщенное описание контролируемых процессов в системах автотранспортных средств. Функция состояния агрегатов автотранспортных средств может включать детерминированые (четкие и однозначные) и случайные компоненты.

Ключевые слова: автотранспортное средство, система технического обслуживания и ремонта, технология, техническое состояние.

Сакно Ольга Петровна – канд техн. наук, доцент, доцент кафедры эксплуатации и ремонта машин, e-mail: sakno-olga@ukr.net.

Медведев Евгении Павлович – канд техн. наук, доцент кафедры логистического управления и безопасности движения на транспорте, e-mail: medvedev.ep@gmail.com.

Колесникова Татьяна Николаевна – канд техн. наук, доцент, доцент кафедры эксплуатации и ремонта машин, e-mail: tnk1403@ukr.net.

Олло Василий Петрович – канд. пед. наук, доцент кафедры продовольственного и вещевого обеспечения, e-mail: ollovp@gmail.com.

Сорока Сергей Иванович – канд техн. наук, доцент, доцент кафедры логистического управления и безопасности движения на транспорте, e-mail: sever.personal@gmail.com.

Цымбал Сергей Владимирович – канд техн. наук, доцент, доцент кафедры автомобилей и транспортного менеджмента, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net.