

8. Jardine, A. K. S., Lin, D., & Banjevic, D. "A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance," *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 20, no. 7, pp. 1483-1510, 2006.

9. Macchi, M., Roda, I., & Fumagalli, L. "Maintenance Management of Railway Infrastructures Based on Predictive Analytics: A Case Study," *Proceedings of the 2018 IEEE 14th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)*, pp. 1-6, 2018.

10. Grall, A., Bérenguer, C., & Dieulle, L. "A condition-based maintenance policy for stochastically deteriorating systems," *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 76, no. 2, pp. 167-180, 2002.

11. Zio, E. "Reliability engineering: Old problems and new challenges," *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 94, no. 2, pp. 125-141, 2009.

12. Головань А.І. (2023). Перспективні напрямки та інноваційні підходи управління системою технічного обслуговування вантажних суден. *Розвиток транспорту*, 2(17), 42-55. <https://doi.org/10.33082/td.2023.2-17.04>

УДК 656.13

АДАПТОВАНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ ГОТОВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВІДНОВЛЕННЯ ЇХ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

Головащенко Олексій Володимирович, аспірант, кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища, Національний транспортний університет, м. Київ, Україна

e-mail: venger.a79@gmail.com, ORCID ID: 0009-0005-7729-5462

Актуальність теми роботи пов'язана з удосконаленням матеріально-технічного забезпечення процесів відновлення працездатності транспортних засобів для забезпечення технічної готовності

Метою дослідження є формування підходу до моделювання забезпечення технічної готовності транспортних засобів шляхом удосконалення матеріально-технічного забезпечення процесів відновлення їх працездатності.

Об'єктом дослідження є системна взаємодія складових частин і компонентів в процесах відновлення працездатності транспортних засобів в умовах інфраструктурного середовища транспорту.

Предметом дослідження є інформаційна модель забезпечення технічної готовності транспортних засобів шляхом удосконалення матеріально-технічного забезпечення процесів відновлення їх працездатності.

В роботі наведені особливості формування адаптованого підходу до моделювання забезпечення технічної готовності транспортних засобів шляхом удосконалення матеріально-технічного забезпечення процесів відновлення їх працездатності.

Питання матеріально-технічного забезпечення включають безперебійне постачання і ефективне використання матеріальних ресурсів, оптимізацію запасів матеріалів, змінних частин і устаткування на транспорті, вдосконалення методів нормування, планування, обліку, зберігання і доставки постачання до місця його використання. Для забезпечення роботи ТЗ, виконання ТО і ремонту необхідні матеріали, інвентар, змінні і запасні частини, обмінний фонд обладнання. При недостатніх запасах можливі непродуктивні простої ТЗ. Надлишкові запаси матеріалів і устаткування приводять до невиправданого стримування засобів і завищення оборотних фондів підприємств. У зв'язку з цим оптимізація запасів матеріальних ресурсів є однією з найважливіших проблем технічної експлуатації і ремонту ТЗ [1].

Вирішення науково-прикладної задачі забезпечення технічної готовності транспортних засобів, удосконаленням матеріально-технічного забезпечення процесів відновлення їх працездатності, у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем вирішено проводити на поєднанні прикладних підходів.

Перша частина підходу – це здійснення оперативного контролю забезпечення технічної готовності транспортних засобів, шляхом моніторингу, саме в частині оптимальності витрат палива і підтримання оптимальних викидів ВГ. Дослідження в частині витрати палива, екологічності і засобів інтелектуальних транспортних систем плануємо здійснювати на основі загальноприйнятої методології проведення наукових досліджень на транспорті [2-6].

Друга частина підходу – це удосконаленням матеріально-технічного забезпечення процесів відновлення їх працездатності у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем на основі здійснення оперативного контролю забезпечення технічної готовності транспортних засобів.

Для реалізації спільного підходу потрібно інтелектуально поєднати ці два підходу в одне органічне ціле. Для вирішення поставлених завдань у якості методологічної основи дослідження використовується системний підхід. Системністю за різними джерелами прийняти називати сукупність взаємопов'язаних елементів, які взаємодіють між собою для досягнення поставленої мети [1-6]. Планується на різних етапах дослідження в частині теоретичних досліджень використовувати наступні методи і положення, а саме: теорії автомобіля, теорії автомобільних двигунів, методи теоретичних досліджень динаміки автомобілів, розрахунку нормативної витрати палива, методи морфологічного аналізу, теорії множин, математичної статистики, теорії інформації, методи математичного аналізу; математичної статистики та теорії ймовірностей; теорії масового обслуговування; логістики; системного аналізу; теорії управління; імітаційного та математичного моделювання; теорії масового обслуговування та управління запасами. Експериментальні дослідження планується виконувати із застосуванням методів планування експерименту і статистичної обробки отриманих результатів, що базуються на теорії похибок та невизначеності вимірювань, дорожніх випробувань ТЗ в умовах експлуатації.

Цільовим функціоналом дослідження, а саме – процесу підвищення технічної готовності автотранспортних засобів удосконаленням матеріально-технічного забезпечення процесів відновлення їх працездатності саме через дослідження паливної економічності ТЗ в умовах експлуатації ($Q(G_{\text{Пт}})$), є поєднання об'єктивних і суб'єктивних факторів експлуатації ТЗ, що забезпечують роботоздатність ТЗ саме через мінімальну витрату палива. Об'єктивні фактори залежать від особливостей нормування витрати палива на маршруті (M_{i1}), повної маси (M_{i2}) ТЗ і умов експлуатації (M_{i3}) ТЗ зі складовими: дорожніми (M_{13}), транспортними (M_{23}), природно-кліматичними (M_{33}) і культурою праці (M_{43}). Суб'єктивні фактори залежать від технічного стану ТЗ ($T_{\text{СТЗ}}$) і режимів управління ТЗ ($P_{\text{ДУ}}$). Крім цього функціонал повинен забезпечувати поєднання з іншими частинами підходу. Обов'язково повинні бути враховані заходи матеріально-технічного забезпечення процесів відновлення працездатності ТЗ: в частині приймання в ТО / ремонт ($\text{Pr}(t)$) і процесів реалізації ТО / ремонту, які залежать в більшості від культури праці (M_{43}) і часу на виконання вказаних операцій (t); в частині реалізації матеріально-технічного забезпечення процесів відновлення працездатності ТЗ саме через роботу складу і замовлення запчастин ($S_{\text{ЗА}}(t)$), що є функціями від культури праці (M_{43}), часу на виконання вказаних операцій (t), і кількості запчастин ($N_{\text{З}}$) на реалізацію цього відновлення.

Запропонований функціонал можливо представити у такому вигляді:

$$\begin{cases} Q(G_{\text{Пт}}) = F_t((M_{i_1}, M_{i_2}, M_{i_3} (M_{13}, M_{23}, M_{33}, M_{43})); (T_{\text{СТЗ}}, P_{\text{ДУ}})) \rightarrow \max & (1) \\ G_{\text{Пт}} \rightarrow \max \\ \text{Pr}(t) = F(t, M_{43}) \rightarrow \min \\ S_{\text{ЗА}}(t) = F(t, N_{\text{З}}, M_{43}) \rightarrow \min \end{cases}$$

Особливістю показаного функціоналу є те, що одночасно вирішується мінімаксна задача, а саме: паливна економічність ТЗ категорії N3 в умовах експлуатації ($Q(G_{\text{Пт}})$) прагне досягти максимуму, при тому, що $G_{\text{Пт}}$ прагне досягти мінімальних значень. При урахуванні факторів, що впливають на досягнення вказаних параметрів, можливо виділити конструкційні фактори і особливості ТЗ, його технічний стан, умови експлуатації і режими управління. Кожен з основних, впливаючих факторів має суттєві особливості у своєму складі. Заходи матеріально-технічного забезпечення процесів відновлення працездатності ТЗ по-завершенні повинні також мінімізовані у часі і витраті (зберіганні) запчастин на відновлення ТЗ.

Для забезпечення в роботі методів дистанційного моніторингу потрібно виконати також аналіз особливостей моніторингу та дистанційного контролю параметрів їх технічного стану й визначення критеріїв покращення реалізації поставлених завдань щодо ТЗ у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем (ITS). Провести експериментальні дослідження вантажних транспортних засобів при

здійсненні транспортування вантажів у змінних умовах експлуатації засобами ITS. Проаналізувати та узагальнити отримані результати дистанційного моніторингу в частині забезпечення оптимального технічного стану і паливної економічності вантажних транспортних засобів в умовах експлуатації засобами ITS. Провести дослідження в частині роботи ремонтного виробництва і складу засобами імітаційного моделювання. Розробити рекомендації щодо впровадження результатів дослідження у практику експлуатації засобів транспорту в умовах діючих підприємств.

Висновки

Особливістю показаного функціоналу є те, що одночасно вирішується мінімаксна задача, а саме: паливна економічність ТЗ категорії N3 в умовах експлуатації ($Q(G_{пт})$) прагне досягти максимуму, при тому, що $G_{пт}$ прагне досягти мінімальних значень. При урахуванні факторів, що впливають на досягнення вказаних параметрів, можливо виділити конструкційні фактори і особливості ТЗ, його технічний стан, умови експлуатації і режими управління. Кожен з основних, впливаючих факторів має суттєві особливості у своєму складі. Заходи матеріально-технічного забезпечення процесів відновлення працездатності ТЗ по-завершенні повинні також мінімізовані у часі і витраті (зберіганні) запчастин на відновлення ТЗ.

Література

1. Gritsuk, I.V., Volkov, V., Mateichyk, V., Grytsuk, Y., Nikitchenko, Y., Klets, D., Smieszek, M., Volkov, Y., Symonenko, R., Grytsuk, A., 2018. Information model of V2I system of the vehicle technical condition remote monitoring and control in Operation Conditions. *SAE Technical Paper Series*. doi:10.4271/2018-01-0024
2. Govorushchenko, N.Y., System engineering of motor transport (calculation methods of research): monograph, Kharkov: KhNAHU, 2011, 292.
3. Troitskiy-Markov T.Y. and Sennovskiy, D.V., Principles for energy efficiency monitoring system, *Monitoring Science and safety*, 2011, № 4, 34-39.
4. Almobarek, M., Mendibil, K., Alrashdan, A., 2022. Predictive maintenance 4.0 for chilled water system at commercial buildings: A systematic literature review. *Buildings* 12, 1229. doi:10.3390/buildings12081229
5. Kuric, I., Gorobchenko, O., Litikova, O., Gritsuk, I., Mateichyk, V., Bulgakov, M., Klackova, I., 2020. Research of vehicle control informative functioning capacity. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 776, 012036. doi:10.1088/1757-899x/776/1/012036