

О. М. РІКУНОВ, В. І. КУЖЕЛОВИЧ

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗМІШАНОЇ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ДОРОЖНІХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

В статті аргументована актуальність визначення показника ефективності використання змішаної системи технічного обслуговування і ремонту дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. Аналіз існуючих стратегій технічного обслуговування і ремонту показав, що кожна з них має свої переваги і недоліки. Поєднання переваг кожної зі стратегій і виключення недоліків приведуть до створення змішаної системи технічного обслуговування та ремонту, яка дозволить підвищити готовність дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту, коефіцієнт технічної готовності і коефіцієнт технічного використання, якість експлуатації, знизити витрати на обслуговування і ремонт при заданому рівні надійності техніки.

Ключові слова: дорожні транспортні засоби автомобільного транспорту, система технічного обслуговування і ремонту, планово-попереджувальна система, середня сумарна тривалість технічного обслуговування і ремонту, коефіцієнт технічної готовності, коефіцієнт технічного використання, економічна доцільність

О. Н. РИКУНОВ, В. И. КУЖЕЛОВИЧ

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМЕШАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

В статье аргументирована актуальность определения показателя эффективности использования смешанной системы технического обслуживания и ремонта транспортных средств автомобильного транспорта. Анализ существующих стратегий технического обслуживания и ремонта показал, что каждая из них имеет свои преимущества и недостатки. Сочетание преимуществ каждой из стратегий и исключение недостатков приведет к созданию смешанной системы технического обслуживания и ремонта, которая позволит повысить готовность дорожных транспортных средств автомобильного транспорта, коэффициент технической готовности и коэффициент технического использования, качество эксплуатации, снизить затраты на обслуживание и ремонт при заданном уровне надежности техники.

Ключевые слова: дорожные транспортные средства автомобильного транспорта, система технического обслуживания и ремонта, планово-предупредительная система, средняя суммарная продолжительность технического обслуживания и ремонта, коэффициент технической готовности, коэффициент технического использования, экономическая целесообразность

О. RIKUNOV, V. KUZHELOVYCH

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF USING A MIXED SYSTEM OF MAINTENANCE AND REPAIR OF ROAD VEHICLES OF ROAD TRANSPORT

The article argues the relevance of determining the efficiency of the mixed system of maintenance and repair of road vehicles. Improving the system of maintenance and repair of road transport is one of the main ways to increase the efficiency of motor transport enterprises. This is due to the high growth rate of work performed, the significant complexity of the design of modern vehicles and the variety of implementation of new maintenance strategies and diagnostic methods. Significant complications in the design of components and units of modern road vehicles, increasing their functions, more busy modes of operation of components, units, etc. - significantly exacerbated the problem of traffic safety, which is largely due to the quality of maintenance and repair. The urgent need to improve the system of maintenance and repair is due to changes in the technical condition of automotive equipment and the requirements for maintaining the working condition of vehicles during operation. An analysis of existing maintenance and repair strategies has shown that each has its advantages and disadvantages. The combination of advantages of each strategy and elimination of shortcomings will lead to the creation of a mixed system of maintenance and repair, which along with high-quality staffing of repair companies and equipping them with modern diagnostic equipment will increase the readiness of road vehicles, technical efficiency and efficiency quality of operation, reduce maintenance and repair costs at a given level of reliability.

Keywords: road transport vehicles, maintenance and repair system, preventive maintenance system, average total duration of maintenance and repair, technical readiness coefficient, technical utilization coefficient, economic feasibility

Вступ. Система технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту (ДТЗАТ) - це сукупність взаємопов'язаних засобів, документації технічного обслуговування і ремонту та виконавців, які потрібні для підтримки і відновлення якості виробів, що входять в цю систему (Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. Наказ Мінтрансу України від 30.03.98 № 102).

Вдосконалення системи технічного обслуговування і ремонту ДТЗАТ є одним з основних напрямків підвищення ефективності роботи автотранспортних підприємств. Це обумовлюється високим темпом зростання об'ємів

виконуваних робіт, суттєвою складністю конструкцій сучасних ДТЗАТ та різноманітністю впровадження нових стратегій ТО і методів діагностування [2]; значним збільшенням потоків технічної та виробничо-економічної інформації, необхідної для управління виробництвом.

Обсяг і характер задач, які ставляться перед автотранспортними підприємствами України, потребують не часткових покращень, а великих комплексних заходів, котрі б дозволили перейти на якісно новий рівень розвитку. Значне ускладнення конструкцій вузлів та агрегатів сучасних дорожніх

© О. М. Рікунов, В. І. Кужелович, 2022

транспортних засобів автомобільного транспорту, збільшення виконуваних ними функцій, більш навантажені режими роботи вузлів, агрегатів тощо суттєво загострили проблему безпеки руху транспорту, що в значній мірі обумовлюється якістю системи технічного обслуговування і ремонту ДТЗАТ.

Нагальна потреба вдосконалення системи ТО і Р обумовлена зміною технічного стану об'єктів ДТЗАТ і вимогами підтримання в працездатному стані транспортних засобів у процесі експлуатації. Характерною рисою структури сучасних автотранспортних підприємств України є велика питома вага транспортних засобів, що не відповідають у повному обсязі міжнародним вимогам за технічним рівнем і безпекою конструкції, мають тривалі терміни експлуатації, в тому числі за межами встановленого ресурсу, а також низьку технічну надійність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як показує аналіз спеціальних вітчизняних літературних джерел і технологій, планово-попереджувальна система ТО і Р дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту, стосовно до автомобілів сучасних конструкцій, по фіксованому ресурсу не може забезпечити високої надійності ДТЗАТ і не дозволяє мінімізувати витрати на їхню підтримку у працездатному стані [1–8].

В роботах [9–11] розглядається процес оптимізації планування технічного обслуговування автомобільної техніки, причому автомобільний транспорт необхідно розглядати як складну систему з урахуванням комплексного підходу щодо проведення технічного обслуговування та ремонту.

Питаннями покращення ефективності функціонування системи технічного обслуговування і ремонту займалися такі вчені: В. В. Аулін, А. В. Базилук, В. С. Дараян, Ю. П. Єхланов, А. Г. Івахненко, П. Р. Левковець, В. Я. Нусинов, О.Р. Омелянович та інші.

Аналіз існуючих стратегій ТО і Р показує, що кожна із них має свої переваги і недоліки. До кінця 90-х років діяла планово-попереджувальна система технічного обслуговування і ремонту. Особливістю цієї системи є те, що профілактичні роботи на ДТЗАТ проводяться в плановому порядку після встановленого пробігу, а ремонтні роботи, пов'язані з усуненням відмов і несправностей, які виникли в процесі експлуатації - за потребою.

В процесі планового ТО і Р параметри технічного стану ДТЗАТ підтримуються в заданих межах, однак через зношування деталей, поломки і інших причин ресурс об'єктів ДТЗАТ (агрегатів, механізмів) витрачається, і в певний момент об'єкт вже не може нормально експлуатуватися: настає граничний стан, який не може бути усунутий профілактичними методами технічного обслуговування і ремонту, тобто об'єкт ДТЗАТ вимагає відновлення втраченої працездатності – ремонту. Зміни в філософії конструювання і удосконалення технологій і матеріалів, необхідність скорочення витрат на експлуатацію змусили експлуатантів шукати нові шляхи вдосконалення

системи ТО і Р і привели до розробки концепції планово-переджувальної системи технічного обслуговування і ремонту з періодичним контролем технічного стану. У зв'язку з цим в кінці 90-х років впроваджена планово-попереджувальна система технічного обслуговування і ремонту з періодичним контролем технічного стану, особливістю якої є впровадження в існуючу планово-попереджувальну систему ТО і Р технічного обслуговування з періодичним контролем і ремонт за технічним станом.

Постановка проблеми. Створений правовий, організаційний та технологічний вакуум привів до нерегульованої і неконтрольованої експлуатації ДТЗАТ більшістю малих автотранспортних підприємств і власників автомобілів. В результаті відбулося суттєве погіршення технічного стану автомобільного парку, збільшилася кількість ДТП, викликаних несправністю ДТЗАТ, забруднення навколишнього середовища. Система технічного обслуговування і ремонту дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту, яка базується на застарілих концепціях середньостатистичних оцінок, досягла бар'єру ефективності, стала економічно невігідною і такою, що не відповідає вимогам сьогодення [2]. Причиною ситуації, що виникла, є відсутність науково обґрунтованих методів індивідуального забезпечення працездатності ДТЗАТ по технічному стану, що базуються на теорії живучості складних систем [5]. Це певною мірою стримує широке впровадження прогресивної адаптивної системи ТО і Р, що базується на практичній реалізації принципу оптимального забезпечення працездатності кожного об'єкта ДТЗАТ за результатами діагностування [3, 4].

Для поліпшення становища протягом перехідного періоду необхідна була регламентація системи технічного обслуговування і ремонту, основні положення і нормативи якої рекомендовано зафіксувати і застосовувати, як мінімум, на господарському рівні (наказ, розпорядження тощо). Так як більшість автотранспортних підприємств, особливо малих, не мали можливості провести спостереження і дослідження, які необхідні для розробки «своєї» системи і відповідних нормативів, в якості вихідної бази були рекомендовані і використані з мінімальним коригуванням, що враховує зміну конструкції і специфіку умов експлуатації, рекомендації заводів – виробників. Залежно від традицій, господарського устрою, стану народного господарства і автомобільного транспорту у вітчизняній і зарубіжній практиці, відзначались наступні рівні регламентації системи ТО і Р дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту.

Міжгалузевий і галузевий рівні, нормативи і вимоги системи є обов'язковими для всіх організацій, незалежно від відомчого підпорядкування або виду власності.

При внутрігалузовому рівні об'єднання, холдинги, акціонерні товариства, великі транспортні компанії на підставі наявного досвіду і специфіки експлуатації застосовують «свої режими» ТО і Р при

збереженні загальних принципів планово-попереджувальної системи і використання базових нормативів. При цьому для групи підприємств, що входять до цього об'єднання, рекомендації системи є обов'язковими. Прикладами є великі транспортні компанії, які мають у своєму складі науково-дослідні інститути або групи фахівців: державні компанії, асоціація міжнародних автомобільних перевізників України, ТЗОВ НІМРОД - УКРАЇНА, автотранспортна компанія поштової служби США (US Postal Service), великі лізингові компанії (Ryder, Hertz) та ін.

При професійно-громадському рівні розробку системи технічного обслуговування і ремонту бере на себе громадська організація, асоціація або об'єднання, а принципи і нормативи системи ТО і Р є рекомендаційними для транспортних підприємств і організацій. Характерний приклад - розробка комітетом з технічного обслуговування інженерного суспільства SAE США планово-попереджувальної системи технічного обслуговування (Preventive Maintenance and Inspection Procedures - PM), яка була рекомендована для армії і цивільних автотранспортних підприємств США. Потім подібна робота проводилась іншими транспортними асоціаціями (ATA, США). При цьому поєднуються методи наукових досліджень і спостережень з масштабним узагальненням досвіду передових (Maintenance Efficiency Award - ME) транспортних підприємств. Рекомендації, розроблені подібними методами, є вельми авторитетними і використовуються (повністю або з коригуванням) більшістю автотранспортних підприємств, які не мають можливості провести широкомасштабні і дорогі спостереження і систематизацію необхідних для розробки або коригування системи даних.

Аналіз стану системи технічного обслуговування і ремонту показав, що використання будь-якої однієї стратегії ТО і Р для всього об'єкта ДТЗАТ в цілому не є раціональним, тому що це призведе або до зниження надійності об'єкта, або до невиправдано високих витрат на ТО і Р, тому є необхідність розглянути можливість застосування змішаної системи ТО і Р. Впровадження такої системи є запорукою підвищення якості технічного стану ДТЗАТ на протязі їх життєвого циклу при одночасному зниженні витрат на їх експлуатацію.

Мета статті - визначення показника оцінки ефективності використання змішаної системи технічного обслуговування і ремонту дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту.

Викладення основного матеріалу. Змішана система ТО і Р передбачає поєднання планово-попереджувальної системи ТО і Р, аварійно-відновлювальної системи, та системи за технічним станом. Застосування змішаної системи ТО і Р потребує широкого впровадження засобів і методів технічного діагностування, цифрових ЕОМ для оцінювання і прогнозування технічного стану елементів ДТЗАТ, а також для збирання і оброблення статистичної інформації про надійність ДТЗАТ, створення на автотранспортних підприємствах спеціальних підрозділів, які

оцінюють і прогнозують технічний стан ДТЗАТ і приймають рішення про допуск їх до експлуатації або призначення необхідних профілактичних чи ремонтних заходів.

Практика застосування змішаної стратегії технічного обслуговування і ремонту показує, що при впровадженні цієї стратегії можна скоротити витрати на обслуговування на 75%, знизити кількість обслуговувань на 50%, знизити число відмов на 70% за перший рік роботи.

Необхідні умови застосування змішаної системи технічного обслуговування і ремонту наступні:

- економічна доцільність;
- наявність діагностичної бази (до неї включаються засоби діагностування та інфраструктура);
- обсяг і якість діагностичної інформації;
- наявність методик визначення технічного стану і прогнозування залишкового ресурсу, що дозволяє визначити періодичність, види, обсяг ТО і ремонту ДТЗАТ;

- наявність навченого персоналу;

- контролепридатність ДТЗАТ.

Спеціальні ДТЗАТ (самоскиди, тягачі, автокрани, прибиральні, екскаватори, трактори та інші) є складними комплексними об'єктами, що складаються з вузлів, агрегатів і систем різного призначення, які використовуються в залежності від виконуваних завдань. Складність конструкцій спеціальних дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту призвела до зростання різноманітності за характером використовуваних фізико-хімічних процесів, характеру і ступеня навантажень, що входять до їх складу пристроїв і систем. Такі системи спеціальних ДТЗАТ як засоби зв'язку, прилади спостереження, спеціальне обладнання мають власне напрацювання, яке вимірюється у власних одиницях (циклах, мото-годинах тощо) і залежить, в першу чергу, від характеру виконуваних задач. Таким чином, складові частини, що входять до складу спеціальних ДТЗАТ, мають різні рівні надійності і, відповідно, різні показники (напрацювання) до переходу в граничний стан. Відповідно, залежність напрацювання систем ДТЗАТ від напрацювання силової установки і напрацювання бази ДТЗАТ не пропорційна і, отже, їх ТО і Р повинні плануватися і виконуватися в залежності від власного напрацювання кожної з систем, яка вимірюється у власних одиницях.

Впровадження ТО складових частин по напрацюванню у власних одиницях напрацювання дозволить більш раціонально використовувати сили і засоби ТО, зменшить кількість необґрунтованих дій на об'єкті ДТЗАТ, дозволить зменшити матеріальні витрати на ТО не знижуючи надійності об'єкта ДТЗАТ в цілому.

Для оцінки ефективності змішаної системи ТО і Р можливо застосування як часткових показників, так і узагальнених показників існування системи [5]. В якості показника середньої сумарної тривалості

технічного обслуговування і ремонту об'єктів ДТЗАТ використовують математичне сподівання сумарної тривалості технічних обслуговувань і ремонтів за певний період експлуатації або напрацювання:

$$t_{CT} = \sum n_{TO-1} \cdot t_{TO-1} + \sum n_{TO-2} \cdot t_{TO-2} + \dots + \sum n_P \cdot t_P, \quad (1)$$

де t_{CT} – сумарна тривалість виконання ТО і Р об'єктів ДТЗАТ;

$n_{TO-1}, n_{TO-2}, \dots, n_P$ – кількість різних видів ТО і Р відповідно по маркам ДТЗАТ;

$t_{TO-1}, t_{TO-2}, \dots, t_P$ – тривалість виконання ТО і Р відповідно по маркам ДТЗАТ.

В якості середньої сумарної трудомісткості технічного обслуговування і ремонту об'єктів ДТЗАТ розуміють математичне сподівання сумарної трудомісткості технічного обслуговування і ремонту за певний період експлуатації або напрацювання:

$$T_{CT} = \sum n_{TO-1} \cdot T_{TO-1} + \sum n_{TO-2} \cdot T_{TO-2} + \dots + \sum n_P \cdot T_P, \quad (2)$$

де T_{CT} – сумарна трудомісткість ТО і Р об'єктів ДТЗАТ;

$n_{TO-1}, n_{TO-2}, \dots, n_P$ – кількість різних видів ТО і Р відповідно по маркам ДТЗАТ;

$T_{TO-1}, T_{TO-2}, \dots, T_P$ – трудомісткість різних видів ТО і Р відповідно по маркам ДТЗАТ.

Як показник середньої сумарної вартості технічного обслуговування і ремонту об'єктів дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту розуміють математичне сподівання сумарної вартості технічного обслуговування і ремонту за певний період експлуатації або напрацювання. Витрати на ТО і Р розраховують на підставі планового пробігу ДТЗАТ і встановлених норм витрати на 1000 км пробігу:

$$B_{TO,P} = L_P^{\Sigma} \cdot H_{TO,P} / 1000, \quad (3)$$

де $B_{TO,P}$ – витрати на технічне обслуговування і ремонт об'єктів ДТЗАТ, гр.;

L_P^{Σ} – загальний річний пробіг об'єктів ДТЗАТ, км;

$H_{TO,P}$ – норма відрахувань на ремонт і технічне обслуговування об'єктив ДТЗАТ, гр./1000км;

Як показник технічної готовності K_{TG} використовують відношення справних (працездатних) об'єктів ДТЗАТ $n_{ПР}$ до їх загальної чисельності $n_{ЗАГ}$ у складі автотранспортних підприємств:

$$K_{TG} = \frac{n_{ПР}}{n_{ЗАГ}}. \quad (4)$$

Даний показник має право на використання,

коли оцінюється частка робочого часу, протягом якого ДТЗАТ справний і може бути використаний в транспортному процесі.

Як показник готовності $K_G(t)$ об'єктів ДТЗАТ використовують відношення часу, протягом якого об'єкт знаходиться в працездатному стані, до загальної тривалості розглянутого інтервалу часу $[0, t]$:

$$K_G(t) = \frac{T_P(0, t)}{T_P(0, t) + T_{ПР}(0, t)}, \quad (5)$$

де $T_P(0, t)$ – сумарна тривалість перебування об'єкта в працездатному стані в інтервалі часу $[0, t]$;

$T_{ПР}(0, t)$ – сумарна тривалість простою об'єкта, пов'язаного з усуненням відмов в інтервалі часу $[0, t]$.

Коефіцієнт готовності показує ймовірність того, що об'єкт виявиться в працездатному стані в довільний момент часу (крім запланованих періодів), протягом яких застосування об'єкта за призначенням не передбачається.

Показник оперативної готовності $K_{OG}(t, t+\Delta t)$, представляється наступним виразом:

$$K_{OG}(t, t+\Delta t) = K_G(t) \cdot P(t, t+\Delta t), \quad (6)$$

де $P(t, t+\Delta t)$ – ймовірність знаходження зразка в працездатному стані в інтервалі часу $[t, t+\Delta t]$.

Згідно з правилами статистичної теорії надійності, коефіцієнт оперативної готовності визначається як відношення часу, протягом якого об'єкт знаходиться в працездатному стані, до загальної тривалості розглянутого інтервалу часу:

$$\begin{aligned} K_{OG}(t, t+\Delta t) &= \\ &= \frac{T_P(0, t+\Delta t)}{T_P(0, t+\Delta t) + T_{ПР}(0, t+\Delta t)} = \\ &= \frac{T_P(0, t+\Delta t)}{T_P(0, t+\Delta t) + [T_{ОЧ}(0, t+\Delta t) + T_{В}(0, t+\Delta t)]}, \end{aligned} \quad (7)$$

де $[0, t+\Delta t]$ – передбачений інтервал часу (ресурс) з початку експлуатації об'єкта до першого капітального ремонту;

$T_{ПР}(0, t+\Delta t)$ – сумарна тривалість простою об'єкта, пов'язаного з усуненням відмов в інтервалі часу $[0, t+\Delta t]$;

$T_{ОЧ}(0, t+\Delta t)$ – сумарна тривалість простою об'єкта в непрацездатному стані, пов'язаного з очікуванням початку відновлювальних робіт після відмов в інтервалі часу $[0, t+\Delta t]$;

$T_{В}(0, t+\Delta t)$ – сумарна тривалість виконання на об'єкті відновлювальних робіт по усуненню відмов в інтервалі часу $[0, t+\Delta t]$.

Коефіцієнт оперативної готовності показує ймовірність того, що об'єкт виявиться в працездатному стані в довільний момент часу (крім запланованих періодів), протягом яких застосування об'єкта за призначенням не передбачається, і,

починаючи з цього моменту, буде працювати безвідмовно протягом заданого інтервалу часу.

Можливо застосувати комплексний показник, який включає основні фактори ефективності функціонування змішаної системи ТО і Р:

$$K_i = m \sqrt{\prod_{l=1}^m d_l} \quad (8)$$

Визначальні фактори d_l : середня тривалість технічного обслуговування (ремонт); середня трудомісткість технічного обслуговування (ремонт); середня вартість технічного обслуговування (ремонт); коефіцієнт технічної готовності; коефіцієнт готовності; коефіцієнт оперативної готовності.

Висновки. Таким чином, застосування змішаної системи технічного обслуговування і ремонту поряд з якісним укомплектуванням автотранспортних підприємств фахівцями-ремонтниками і оснащенням їх сучасним діагностичним обладнанням призведе до підвищення основних показників ефективності цієї системи, підвищення ступеня готовності ДТЗАТ, зниження витрат на ТО і Р при заданому рівні надійності об'єктів ДТЗАТ.

Комплекс заходів щодо забезпечення ефективності змішаної системи технічного обслуговування і ремонту має включати:

- розробку вимог до технологічних процесів і методів технічного обслуговування;
- перевірку відповідності контрольних параметрів встановленим вимогам;
- своєчасне встановлення можливих відхилень;
- оперативне усунення відмов та пошкоджень вузлів та агрегатів дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту шляхом реалізації оптимальних заходів з технічного обслуговування.

Список літератури

1. Закон України «Про автомобільний транспорт». Постанова Верховної Ради України від 05.04.2001 № 2344-III.
2. Дембіцький В.М., Павлюк В.І., Придиук В.М. *Технічна експлуатація автомобілів: Навчальний посібник* / Луцьк: Луцький НТУ, 2018. 473 с.
3. Бендера І.М., Грушецький С.М., Роздорожнюк П.І., Михайлович Я.М. *Технологія технічного обслуговування машин*. Кам'янець-Подольський: ФОП Сисин О.В. 2009. 320 с.
4. Кулик О.І. *Реформування процедури обов'язкового технічного контролю транспортних засобів в Україні на основі кращих європейських практик. Дослідження*. К.: Аналітик громадської організації «Український центр європейської політики», 2019. 68 с.
5. Борошенко Ю.Н. *Комп'ютерна діагностика механічних*

систем автомобіля. Навчальний посібник. Х.: ХНАДУ, 2018. 321 с.

6. Лудченко О. А. *Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія*: підруч. К.: Вища шк., 2007. 527 с.
7. Захарчук О.В. *Технічне обслуговування і ремонт АТЗ: навч. посіб. для студ. вищих навч. закладів*. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015. 140 с.
8. Костів Б.Ф. *Експлуатація автомобільного транспорту*. Львів: Світ, 2004. 496 с.
9. Bouvard Keomany, Samuel Artus, Christophe Bérenguer, Vincent Cocquemot. Condition-based dynamic maintenance operations planning & grouping. Application to commercial heavy vehicles. *Reliability Engineering and System Safety*, Elsevier, 2011, 96 (6), pp.601-610.
10. Yan, Tongtong & Xia, Tangbin & Peng, Z. & Xi, Lifeng. (2022). Investigations on generalized Hjorth's parameters for machine performance degradation assessment. *Mechanical Systems and Signal Processing*. 168. 108720.1016/j.ymssp.2021.108720.
11. Xiao L, Zhang X, Tang J, Zhou Y. Joint optimization of opportunistic maintenance and production scheduling considering batch production mode and varying operational conditions. *Reliab Eng Syst Saf*. 2020; 107047.

References (transliterated)

1. *Zakon Ukrainy «Pro avtomobilnyi transport»*. Postanova Verkhovnoi Rady Ukrainy vid 05.04.2001 № 2344-III.
2. Dembitskiy V.M., Pavliuk V.I., Prydiuk V.M. *Tekhnichna ekspluatatsiia avtomobiliv: Navchalnyi posibnyk*. Lutsk: Lutskiy NTU, 2018. 473 p.
3. Bendera I.M., Hrushetskiy S.M., Rozdorozhniuk P.I., Mykhailovych Ya.M. *Tekhnolohiia tekhnichnoho obsluhovuvannia mashyn i*. Kamianets-Podolskiy: FOP Sysyn O.V. 2009. 320 p.
4. Kulyk O.I. *Reformuvannia protsedury oboviazkovoho tekhnichnoho kontroliu transportnykh zasobiv v Ukraini na osnovi kraschykh yevropeyskykh praktyk. Doslidzhennia*. K.: Analytik hromadskoi orhanizatsii «Ukrainskiy tsentr yevropeiskoi polityky», 2019. 68 p.
5. Borodenko Yu.N. *Kompiuterna diahnozyka mekhanichnykh system avtomobilia. Navchalnyi posibnyk*. Kh.: KhNADU, 2018. 321 p.
6. Ludchenko O. A. *Tekhnichna ekspluatatsiia i obsluhovuvannia avtomobiliv. Tekhnolohiia: pidruch*. K.: Vyshcha shk., 2007. 527 p.
7. Zakharchuk O.V. *Tekhnichne obsluhovuvannia i remont ATZ: navch. posib. dlia stud. vyshchykh navch. zakladiv*. Lutsk: RVV Lutskoho NTU, 2015. 140 p.
8. Kostiv B.F. *Ekspluatatsiia avtomobilnoho transportu*. Lviv: Svit, 2004. 496 p.
9. Bouvard Keomany, Samuel Artus, Christophe Bérenguer, Vincent Cocquemot. Condition-based dynamic maintenance operations planning & grouping. Application to commercial heavy vehicles. *Reliability Engineering and System Safety*, Elsevier, 2011, 96 (6), pp.601-610.
10. Yan, Tongtong & Xia, Tangbin & Peng, Z. & Xi, Lifeng. (2022). Investigations on generalized Hjorth's parameters for machine performance degradation assessment. *Mechanical Systems and Signal Processing*. 168. 108720.1016/j.ymssp.2021.108720.
11. Xiao L, Zhang X, Tang J, Zhou Y. Joint optimization of opportunistic maintenance and production scheduling considering batch production mode and varying operational conditions. *Reliab Eng Syst Saf*. 2020; 107047.

Надійшла (received) 25.01.2022

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Рікунов Олег Миколайович (Рікунов Олег Николаевич, Rikunov Oleh) – кандидат технічних наук, Національна академія Національної гвардії України, доцент кафедри «Технічного та тилового забезпечення», м. Харків, Україна; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7581-7531>; e-mail: rikunov317@ukr.net

Кузелович Віктор Іванович (Кузелович Виктор Иванович, Kuzhelovych Viktor) – Національна академія Національної гвардії України, старший викладач кафедри «Автомобільної техніки», м. Харків, Україна; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5361-8400>; e-mail: 7145944v@ukr.net