

Поляков А. П., Варчук В. В.

РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТРЕБИ В ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ ДО ДВИГУНІВ СПЕЦІАЛЬНИХ МАШИН ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Анотація. Запропоновані заходи щодо прогнозування потреби в запасних частинах для силових агрегатів спеціальних машин військового призначення: створення спеціального підрозділу служби забезпечення запасними частинами, основним інструментом якого повинен стати сучасний сайт; використання системи розподіленого обчислення за параметрами, які визначають навантаження і швидкісний режим експлуатації СМВП.

Ключові слова: бази даних, витрата палива, забезпечення запасними частинами, конструктивні особливості, швидкість руху.

Annotation. Proposed measures to forecast the need for spare parts for power units of special military vehicles: creation of a special unit for the service of providing spare parts, the main tool of which should be a modern website; use of a distributed computing system based on parameters that determine the load and speed mode of operation of the SMVP.

Keywords: databases, fuel consumption, spare parts supply, design features, speed.

При зростаючій конкуренції автомобільні компанії вимушені знаходити нові форми організації збуту продукції і послуг, нові способи доступу і зв'язку із структурними підрозділами систем автосервісу, орієнтованих на ефективну роботу з клієнтом. Таким чином, в автосервісі виник новий напрям, що активно і перспективно розвивається - надання інформаційних послуг.

Одним з варіантів сучасної реалізації цього напрямку є організація на базі існуючих дилерських автосервісних центрів будь - якого масштабу спеціального підрозділу служби забезпечення запасними частинами. Основним інструментом такого підрозділу повинен стати сучасний сайт, розміщений на сервері з доступом через Інтернет. Структура сайту наведена на рис.1.

Створення сайту і його подальша підтримка повинні проводитися із залученням організацій, що спеціалізуються на випуску запасних частин до спеціальних машин військового призначення (СМВП). При спільній роботі над проектом має бути поставлений і вирішений ряд завдань: розробка функціональної структури служби, постановка цілей і формулювання основних принципів роботи, створення сайту і його розміщення, можливість надання послуг з оплати через мережу тощо.

При розвитку дилерського центру, регіонального або зонального складу обсяги продажів можуть різко зростати, може відбуватися збільшення асортименту і кількості запасних частин, що зберігаються на складі. В той же час, при досить стабільному зростанні обсягів реалізації запасних частин, не завжди можливо оперативно збільшувати потужності складу. Отже, при обмеженнях на обсяги зберігання запасних частин і агрегатів скорочується періодичність замовлень, скорочуються постачання. Тобто, частота замовлень на поповнення складу збільшується. У разі програмної реалізації функції автоматичного складання замовлення, навантаження на ПК, що займається розрахунком обсягів постачання запасних частин, значно зростає. Це призводить до затримок видачі необхідної інформації по замовленнях.

Необхідно відмітити, що на обчислювальні потужності ПК можуть робити вплив множинні чинники, наприклад, установка нового програмного комплексу управління складом.

Існує декілька варіантів вирішення проблеми нестачі обчислювальних потужностей: Заміна застарілого устаткування або придбання додаткового, перехід на програмні рішення з меншими системними вимогами. В зв'язку з цим пропонується такий підхід до вирішення цієї задачі.

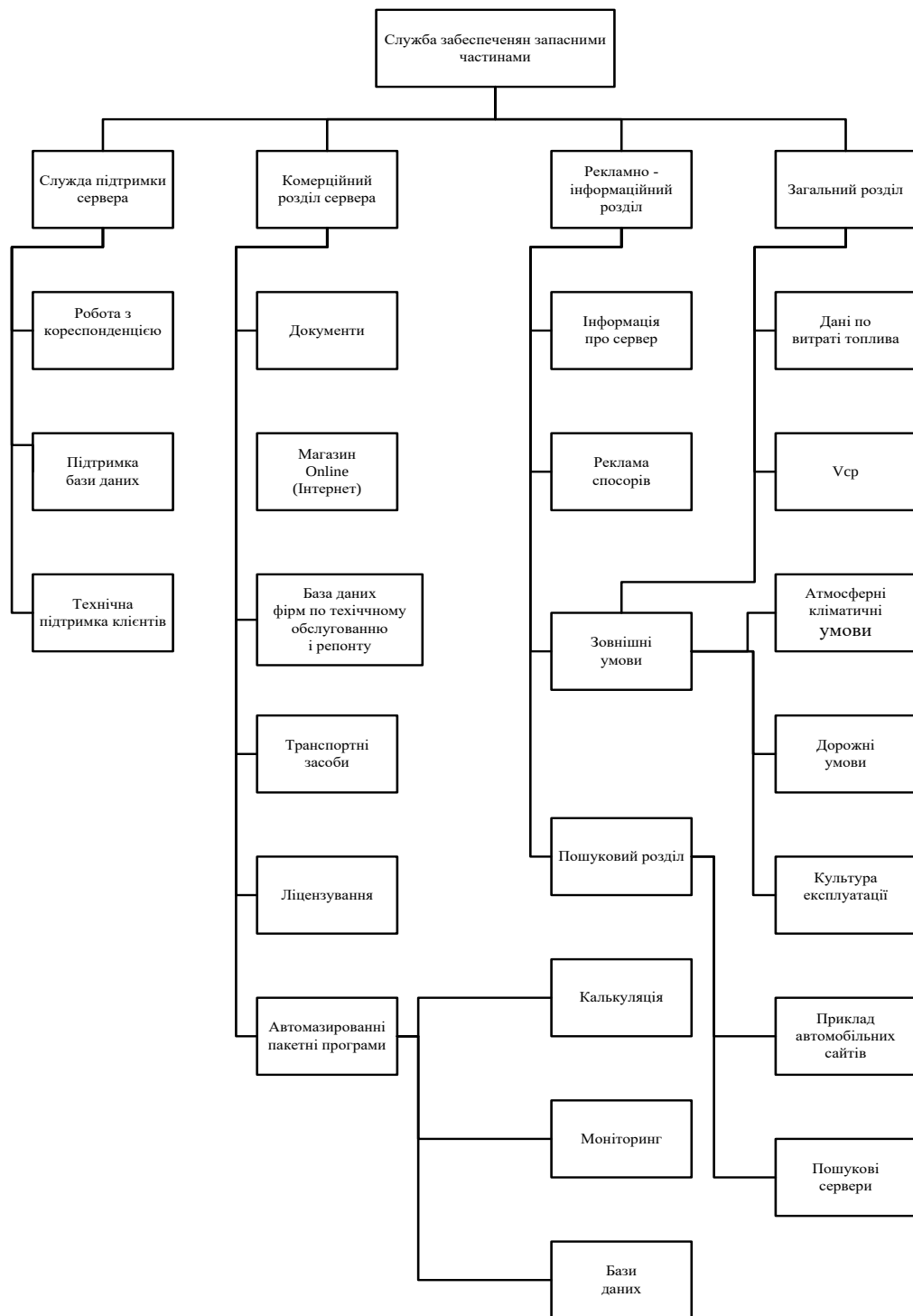


Рисунок 1 - Принципова схема структури сайту забезпечення запасними частинами

Результати проведених досліджень по ряду офісних комп'ютерів сучасних СТО дозволили встановити, що обчислювальні потужності більшості ПК, що знаходяться в локальній мережі, задіяні не більше ніж на 12%, тоді як сервер повністю завантажений. Очевидно, необхідно перерозподілити навантаження між серверами та іншими комп'ютерами в мережі за рахунок модернізації алгоритму рішення задачі по забезпеченню запасними частинами так, щоб вона могла завантажуватися паралельно на багато комп'ютерів, тобто створити систему розподіленого обчислення. Система розподіленого обчислення може ґрунтуватися на наявному сервері клієнта, станціях обслуговування автомобілів, складів

запасних частин і засобах комунікації (локальній мережі, Інтернет). Принципова схема такою системи наведена на рис. 2.

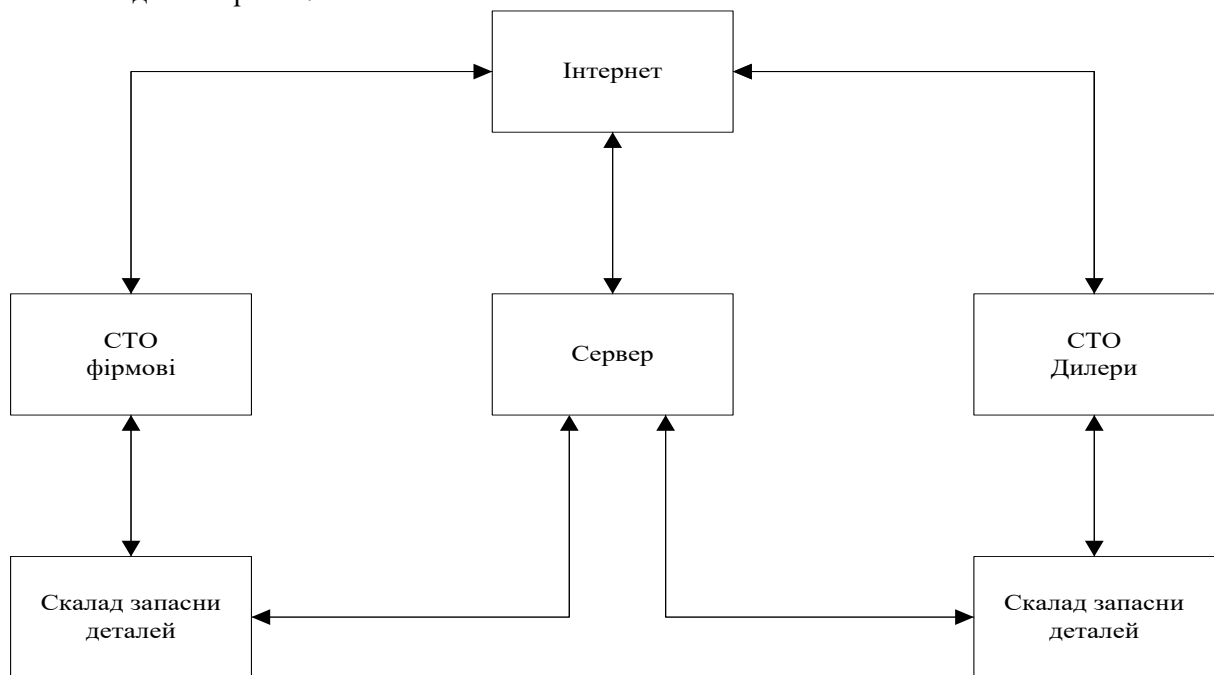


Рисунок 2 - Принципова схема моделі розподілених обчислень

Сервер розподіляє завдання між клієнтами, клієнти отримують частини загального завдання, розраховують їх і повертають серверу.

Програмне забезпечення сервера побудоване на основі систем управління базами даних і виконує наступні функції: розділення завдань на частини і надання їх клієнтам; прийом від клієнтів переліку запасних частин по марках СМВП; перевірку оригінальності кожної деталі, агрегату, для виключення дублювання; відомості запасних частин по групах і загальний розрахунок спожитої кількості запасних частин відповідно до номенклатури; ведення статистики по клієнтах, які замовили запасні частини.

Цей спосіб вирішення проблеми нестачі обчислювальних потужностей має ряд переваг перед іншими варіантами, а саме: менші витрати на впровадження, велику гнучкість, можливість розширення.

Управління експлуатацією СМВП здійснюється через відповідні норми. Чим об'єктивніше норми, тим оптимальніше управління, тим вище результативність перевезень і нижче витрати трудових, матеріальних і паливно - енергетичних ресурсів. У експлуатації СМВП нормується періодичність ТО, витрата запасних частин, термін служби рухомого складу і агрегатів та ін. Залежно від тривалості і умов експлуатації норми коригують, а також прогнозують на майбутній період. При цьому враховують рівень надійності автомобілів. Як правило, СМВП різних марок і моделей мають різний рівень надійності, що вимагає різних значень коефіцієнтів коригування. Збереження їх надійності за рахунок економічного витрачання ресурсу силових агрегатів - важливий засіб підвищення ефективності транспортного процесу. Позитивний ефект досягається шляхом зменшення негативного впливу технологічних і експлуатаційних чинників, а також управлінням швидкісним режимом роботи машин в конкретних умовах.

Потреба в запасних частинах до силових агрегатів слід оцінювати за параметрами, які визначають навантаження і швидкісний режим роботи СМВП: швидкість руху, витрата палива, повна вага, конструктивні особливості.

Витрата ресурсу агрегату в цілому складається з показників ресурсу окремих деталей силового агрегату L_{ni} . Таким чином, утворюється система різномірних показників витрати ресурсу деталей силового агрегату по групах А, В, С. Необхідно визначити питому частку λ

показника ресурсу по кожній групі деталей в загальному балансі витрати запасних частин. Прийнято вимагати, щоб сума питомих часток показників ресурсу деталей по усіх групах складала 100%.

Для зручності доцільно перейти від L_{Pi} до безрозмірних величин P_u .

При цьому рекомендується дотримання наступних вимог:

- якщо L_{Pi} має початкове значення L_n , то йому відповідає на початок введення в експлуатацію значення $P_u = 0$;
- якщо L_{Pi} має значення $L_{кр}$, при якому потрібен ремонт силового агрегату, то йому відповідає значення $P_u = 1$, тобто повний обсяг деталей груп А, В, С;
- при витрачанні ресурсу L_{Pi} величина P_u зростає.

Тут доречно відмітити наступне. При переході від L_{Pi} до P_u величина $L_{кр}$ переходить в граничне значення $R_{іпрод}$. При цьому, якщо дотримуються рекомендовані вимоги, $L_{кр} = 0$ є мінімально допустимим значенням P_u .

Приведемо конкретний чин переходу від $L_{кр}$ до P_u . В даному випадку можна використати різні варіанти: по сумарній витраті палива; по пробігу силового агрегату з початку експлуатації або за результатами діагностичної оцінки ступеня зношеності сполучень силового агрегату.

Для агрегату перехід від $L_{кри}$ до P_u складає:

- по пробігу

$$R_i = \left(\frac{L_n}{L_{кри}} \right) \quad (1)$$

- по сумарній витраті палива

$$R_i = \left(\frac{Q_{ізр}}{Q_{сум}} \right) \quad (2)$$

- результатами діагностичної оцінки міри зношеності сполучень

$$R_i = \left(\frac{\delta_{ізм}}{\delta_{доп}} \right), \quad (3)$$

де L_n - пробіг агрегату з початку експлуатації, км; $L_{кри}$ - нормативне значення ресурсу агрегату до капітального ремонту, км; $Q_{ізр}$ - витрачена кількість палива з початку експлуатації агрегату (машини), л; $Q_{сум}$ - сумарна витрата палива, при якій агрегат потребує капітального ремонту, л; $\delta_{ізм}$, $\delta_{доп}$ - відповідно виміряне і допустиме значення діагностичного параметра міри зношеності сполучень силового агрегату для деталей групи С.

Для визначення сумарної витрати палива доцільно вибрати режими роботи двигуна, при яких значення питомої витрати палива мінімальні, тобто $g_e = g_{e \min}$. При такому режимі значення середнього ефективного тиску $P_e = 0,5 P_{emax}$, а швидкості обертання колінчастого валу - $n = 0,6 \cdot n_{max}$, тоді потужність $N_{де} = 0,3 N_{max}$, при якій питома витрата палива буде мінімальна. Крім того, слід прийняти швидкість руху машини такою, що відповідає найбільшому ресурсу силового агрегату, тобто

$$V_a = D \cdot V_{max}, \text{ км} \quad (4)$$

Отже

$$Q_{сум} = \frac{0,3 \cdot N_{max} \cdot g_{e \min} \cdot L_n}{\rho_m \cdot \delta \cdot V_{max}}, \text{ л.} \quad (5)$$

Значення сумарної витрати палива представлені для базових вантажних машин в табл. 1.

Таблиця 1 - Значення сумарної витрати палива

Марка машини	Сумарна витрата палива, л
ЗИЛ - 431410	88300
КамАЗ - 5320	74500
МАЗ - 53371	112500
КрАЗ - 250	85900

Сумарна витрата палива на транспортну роботу за планований період роботи рухомого складу визначається так

$$Q_{\text{од}} = L_{\text{м}} \cdot I_{\text{л}} = (I_i + I_a \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta), \text{ л} \quad (6)$$

де $L_{\text{м}}$ - пробіг машин за планований період, км; H_o, H_d - відповідно основна і додаткова норми; q - середня вантажопідйомність машини, тонн; γ, β - коефіцієнти використання відповідно вантажопідйомності і пробігу.

Додаткові норми витрати палива за перевезений вантаж в л/100 ткм для карбюраторних і дизельних машин розраховуються за формулами:

$$H_{\text{д}}^K = 1,12 \cdot V_{\text{max}} / V_a, \quad (7)$$

$$H_{\text{д}}^D = 0,64 \cdot V_{\text{max}} / V_a \quad (8)$$

Показник потреби в запасних частинах для силових агрегатів по СМВП в цілому рекомендується знаходити за формулою:

$$K_P^T = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot R_i, \quad (9)$$

Тобто як суму показників R_i потреби в запасних деталях окремих силових агрегатів з урахуванням відповідної ваги.

Номенклатура запасних частин, приведена на 100 машин, коригується показником потреби в запасних частинах

$$N_3 = n_3 \cdot K_n / A_{\text{сн}}, \quad (10)$$

де n_3 - кількість запасних частин на 100 машин.

Експертна оцінка показала, що значення питомих часток показників ресурсу деталей розподіляється по силових агрегатах в співвідношенні, представленою в табл. 2.

Таблиця 2 - Значення питомих часток показників ресурсу силових агрегатів

Кількість осей машини		Групи деталей					
		Двовісні			Тривісні		
		А	В	С	А	В	С
Силовий агрегат	ЦПП	0,30	0,25	0,20	0,30	0,20	0,20
	КШМ	0,20	0,25	0,20	0,20	0,20	0,20
	КПП	0,2	0,25	0,15	0,20	0,20	0,20
	Середній міст	-	-	-	0,10	0,20	0,20
	Задній міст	0,20	0,25	0,20	0,10	0,20	0,20

Критерій потреби i_n в запасних частинах з урахуванням витрати палива і швидкості СМВП матиме вираз:

$$K_n = 1 / \left[Q_{\text{ф}} \cdot V_a / 0.7 \cdot Q_{\text{min}} \cdot V_{\text{max}} \right] \geq 1.0, \quad (11)$$

де $Q_{\text{ф}}, Q_{\text{min}}$ - відповідно фактична і мінімальна сумарна витрата палива машини, л;

V_a, V_{max} - відповідно середня технічна швидкість і максимальна швидкість машини, км/год.

Для бортових вантажних машин і сідельних тягачів у складі автопоїздів, машин-фургонів і вантажопасажирських машин, що виконують роботу, яка обраховується в тонно-кілометрах, нормативна витрата палива розраховується за формулою:

$$Q_H = 0.01 (H_{\text{сан}} \cdot S + H_w \cdot W) \cdot (1 + 0.01 K_{\Sigma}), \text{ л} \quad (12)$$

$H_{\text{сн}}$ - лінійна норма витрати палива на пробіг, л/100 км; H_w - норма витрати палива на транспортну роботу, л/100 т-км; W - обсяг транспортної роботи, т-км.

$$W = q_n \cdot \gamma \times \beta \cdot L_H, \quad (13)$$

де q_n - номінальна вантажопідйомність, тонн; γ - коефіцієнт використання вантажопідйомності; β - коефіцієнт використання пробігу.

Критерій потреби в запасних частинах до силових агрегатів для вантажних машин і сідельних тягачів у складі автопоїздів, машин - фургонів з урахуванням виразів (11), (12), (13) і перетворень визначається за формулою:

$$K_{n_{\Gamma A}} = 1 / \left[\frac{0,05 \cdot V_a \cdot \rho_m \cdot \delta}{N_{\max} \cdot g_{e \min}} \times (H_{san} + H_w \cdot q_H \cdot \gamma \cdot \beta) \cdot (1 + 0,01 \cdot K_{\Sigma}) \right] \leq 1,0 \quad (14)$$

Для машин - самоскидів і автопоїздів нормативна витрата палива визначається за формулою:

$$Q_H = 0,01 H_{sanc} \cdot S \cdot (1 + 0,01 K_{\Sigma}) + H_z \cdot Z, \quad (15)$$

де H_z - норма витрати палива на їзду з вантажем машини-самоскида, л; Z - кількість їздок з вантажем, од.

Критерій потреби в запасних частинах для автомобілів - самоскидів і автопоїздів самоскидних з урахуванням виразів (6) і (10) матиме вигляд

$$K_{n_c} = 1 / \left\{ \frac{0,05 V_a \cdot \rho_m \cdot \delta}{N_{\max} \cdot g_{e \min}} \times [H_{sanc} (1 + 0,01 K_{\Sigma}) + H_z \cdot Z] \right\} \leq 1,0 \quad (16)$$

Приведений критерій характеризує організацію транспортного процесу, табл. 3.

Таблиця 3 - Характеристика організації транспортного процесу

Характеристика транспортного процесу	Відмінна	Добраа	Задовільна	Незадовільна
Показник потреби в запасних частинах	1,00...1,05	1,06...1,35	1,36...1,66	1,67 і більше

Проаналізувавши відомості, наведені в табл. 3, можна зробити висновок, що будь - які заходи, спрямовані на зменшення витрати палива або підвищення швидкості руху СМВП приведуть до зменшення потреби в запасних частинах силових агрегатів.

Слід розрізняти разом з вказаним вище показником ресурсу машини в цілому і експлуатаційний показник ресурсу машини. Експлуатаційний показник ресурсу СМВП встановлюється по мінімальному значенню $R_{\min}$ одного з силових агрегатів, тобто

$$K_p^C = R_{\min} \quad (17)$$

Показник витрачання ресурсу силових агрегатів для парку машин визначається з рівняння:

$$K_{AT\Pi}^T = \frac{\sum_{i=1}^n K_{pi}^T A_i}{A_n} \quad (18)$$

де A_i - облікова кількість СМВП.

Експлуатаційний показник витрачання ресурсу силових агрегатів для парку СМВП встановлюється по експлуатаційному значенню машини з рівняння:

$$K_{AT\Pi}^C = \frac{\sum_{i=1}^n K_{ip}^C}{A_n} \quad (19)$$

Для кількісної оцінки технічного стану парку СМВПв використовується коефіцієнт технічної готовності.

Коефіцієнт технічної готовності не відбиває повною мірою дійсний технічний стан парку, наприклад, термін експлуатації, пробіг, міру зношеності сполучень агрегатів тощо.

Для об'єктивної оцінки технічного стану парку доцільно використати таку залежність:

$$K_{\Pi} = K_{AT\Pi}^C / \alpha_T, \quad (20)$$

де α_T - коефіцієнт технічної готовності.

Як показали розрахунки і експериментальні дослідження, значення $K_n > 1,70$ вказують на необхідність списання парку.

Ефективність експлуатації СМВП є відношенням показника потреби запасних частин для силових агрегатів до показника Z витрат на технічне обслуговування, запасні частини, експлуатаційні матеріали тощо:

$$E = \frac{K_{\Pi}}{3} \quad (21)$$

Отже, встановлено, що потребу в запасних частинах для силових агрегатів слід оцінювати за показником потреби в запасних частинах.

На відміну від коефіцієнта технічної готовності показник потреби в запасних частинах оцінює технічний стан рухомого складу не лише в даний момент часу, але і на майбутній період експлуатації (місяць, квартал, рік) з урахуванням майбутніх умов експлуатації СМВП.

Список використаних джерел:

1. Біліченко В. В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів : навчальний посібник / Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Кукурудзяк Ю. Ю., Цимбал С. В. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 118 с.
2. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів : технологія : підручник / О. А. Лудченко. – К. : Вища шк., 2007. – 527 с. : іл.
3. Поляков А.П. Формування потреби станцій технічного обслуговування автомобілів в запасних частинах для своєчасного обслуговування клієнтів / А.П. Поляков, О.П. Антонюк, Б.С. Маріянко // Вісник СНУ ім. Даля. – 2014. – №6(194). Частина 2 – с.62-63.
4. Про затвердження «Інструкції з обліку військового майна у Збройних Силах України». Наказ Міністерства оборони України від 17.08.2017 р. № 440. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1192-17#n11>, вільний. (Дата звертання 14.09.2025). – Назва з екрана.
5. Доктрина «Забезпечення матеріально-технічними засобами, роботами та послугами» (ВКП 4-160(03).01). Затверджена начальником Генерального штабу Збройних Сил України 21.01.2021 р.

Поляков Андрій Павлович – доктор техн. наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Варчук Вячеслав Володимирович – асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vvvarchuk@vntu.edu.ua.

Andriy Pavlovich Polyakov – doctor of technical sciences Sciences, Head of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Vyacheslav Volodymyrovych Varchuk – Assistant Professor, Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vvvarchuk@vntu.edu.ua.