

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування і транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Підвищення ефективності експлуатації автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю "Вінницька птахофабрика" місто Ладизин шляхом вдосконалення методів визначення потреби в запасних частинах

Графічна частина
до магістерської кваліфікаційної роботи
зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт
08-29.МКР.117.00.000

Керівник роботи д.т.н., професор каф. АТМ

Кашканов А.А.

Розробив студент гр. 1АТ-19м

Омельченко Б.О.

Вінниця ВНТУ 2020

Мета і завдання дослідження.

Мета роботи – підвищення ефективності експлуатації автомобілів шляхом вдосконалення методів визначення потреби в запасних частинах.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- ❑ дослідити зміну потреби в запасних частинах для автотранспортних засобів в залежності від конструктивних та експлуатаційних факторів;
- ❑ теоретично обґрунтувати методичні підходи щодо кількісного оцінювання зміни номенклатури та кількості запасних частин з урахуванням транспортної роботи та технічного стану окремо взятого автомобіля;
- ❑ розробити методику прогнозування потреби в запасних частинах, яка враховує індивідуальні умови експлуатації, технічний стан, ступінь зносу та транспортну роботу певного автомобіля.

Наукова новизна одержаних результатів

Отримали подальший розвиток методи оцінення потреби в запасних частинах на основі аналізу змін у витраті палива та технічному стані автомобіля, що мінімізує попит на запасні частини та дозволяє підвищити ефективність експлуатації автомобілів.

Практичне значення одержаних результатів

Створено методику нормування та прогнозування потреби в запасних частинах, що передбачає диференціювання витрат запасних частин в залежності від дорожніх, транспортних і атмосферо-кліматичних умов, а також враховує культуру експлуатації та індивідуальні особливості конкретного автомобіля. Розроблені методи дозволяють значно підвищити використання ресурсу автомобілів та отримати високий економічний ефект при експлуатації та ремонті.

Методичні аспекти оцінювання якості функціонування автомобільного парку АТП

- підвищення кваліфікації робітників;
- підвищення технологічної і трудової дисципліни;
- покращення умов праці та відпочинку працівників;
- розвиток змагань за якість обслуговування

Методи підвищення якості перевезень



- підвищення конструктивної надійності та комфортабельності рухомого складу;
- підвищення технічної готовності парку;
- удосконалення матеріально-технічного забезпечення виробництва

Технічні



- удосконалення системи фондоутворення;
- удосконалення матеріального стимулювання за якість роботи;
- удосконалення системи планування перевезень

Економічні

- раціональна спеціалізація автотранспортних підприємств;
- удосконалення структури керування підприємства, регулювання дорожнього руху;
- оптимізація числа рухомого складу, мережі стоянок і зупинок, випуску на лінію, управління на лінії;
- удосконалення структури рухомого складу

Показники якості

$$Q_i = \frac{Q_i^f}{Q_i^b} \quad Q_i = \frac{Q_i^b}{Q_i^f}$$

$$QG_k = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \alpha_i \cdot Q_i} \quad QP = \sqrt[m]{\prod_{k=1}^m \beta_k \cdot QG_k}$$

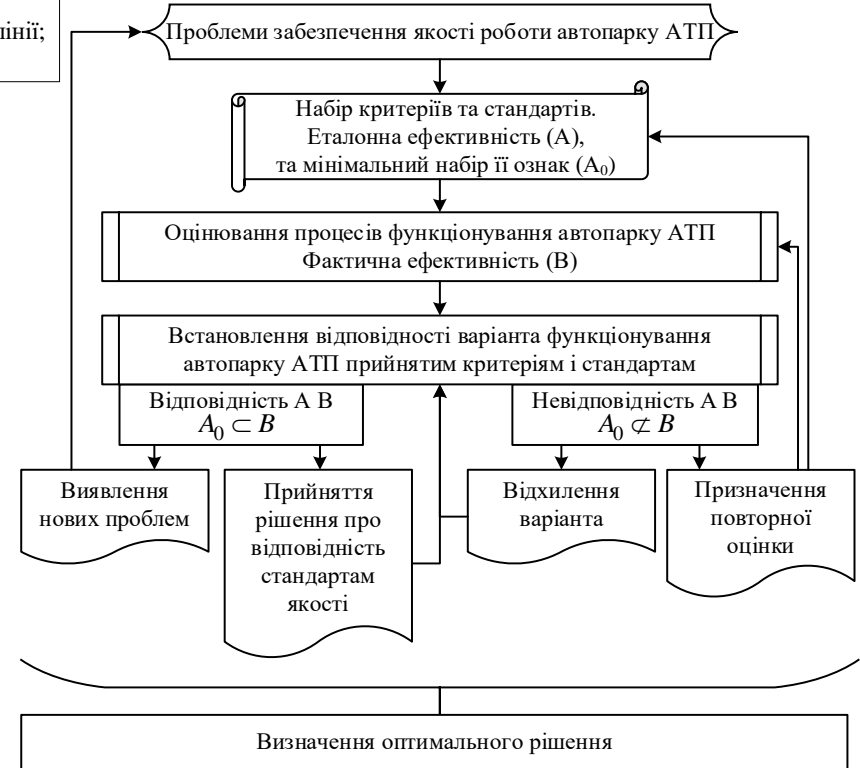
Задача оцінювання якості варіанту функціонування автомобільного парку АТП

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\} \quad Y = \{y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_m\}$$

$$R = \{\mu_{ij} \mid i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m\}$$

$$x^* = \text{opt}(X, Y, R, M)$$

Схема забезпечення якості функціонування автопарку АТП



Методи розрахунку потреби в запасних частинах

Середні значення ресурсів, вузлів, агрегатів

$$N = \frac{(L_{cn} - R_n) \cdot 100 \cdot n}{R_{зч} T_{cn}} \quad N_{\phi} = N \cdot K_r \cdot \frac{L_{cn} \cdot K_{ам} - R_{зн} \cdot K_p}{(L_{cn} - R_n) \cdot K_p \cdot K_{ам}}$$

$$K_p = K_{\partial} \cdot K_{np} \cdot K_{ед} \cdot K_p \cdot K_{кз}$$

Асимптотичні формули процесів відновлення

$$H(t) = F(t) + \int_{\tau}^t H(t - \tau) \cdot q(\tau) d\tau$$

Характеристики потоку відмов

$$P_m(L) = \sum_{m=0}^L \frac{(\lambda \cdot L)^m}{m!} \cdot e^{-\lambda L} \quad P\{v(t) \leq n\} = \sum_{s=0}^n \frac{[H(t)]^s}{s!} \cdot e^{-H(t)}$$

$$\Pi_{зч} = N \cdot \lambda \cdot l \cdot K_j \cdot \sqrt{N_{\partial} \cdot \lambda \cdot l}$$

$$Z_{cp} = K_u \cdot K_v \cdot K_z \cdot \lambda_{\max} \cdot \sum l$$

Імовірнісний критерій

$$\Delta = N' \cdot \pi \cdot \sum_{x=1}^h P_x \cdot h$$

$$\Omega(x) = \sum_{k=1}^{\infty} F_k(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \Phi\left(\frac{x - k \cdot \eta \cdot \bar{x}_t}{\sigma \cdot k}\right)$$

Економіко-математичний критерій

$$TC(Q) = P \times R + \frac{C \times S}{Q} + \frac{P \times F \times Q}{2}$$

Фактичні витрати запасних частин за минулий період експлуатації

$$N = 100 \cdot \left(\bar{P} + t_{\beta} \cdot \frac{\sqrt{D}}{\sqrt{\Pi^{\theta}}} \right)$$

Швидкість зношування сполучень

$$m(L) = \frac{L \cdot P_c(k)}{\delta \cdot P_1(k)} \cdot \left\{ 1 + x_{\alpha} \sqrt{\frac{P_2(k)}{P_1(k)} - \frac{P_1(k)}{P_2(k)}} \right\}$$

Математичні моделі прогнозування потреби в запасних частинах для АТЗ

Найбільший ефект дає застосування методу АВС у комбінації з іншим XYZ-аналізом. Метод XYZ дозволяє зробити класифікацію запасних частин по конкретному автомобілю, марки, наприклад, сировини і матеріалів, але в залежності від характеру їх споживання і точності прогнозування змін в їх потребі.

Потребу в запасних частинах слід оцінювати за конкретними умовами експлуатації автомобілів, які визначають навантажувально-швидкісний режим роботи силових агрегатів, швидкість руху, витрату палива, ступінь завантаження, конструктивні особливості тощо. При оцінці потреби в запасних частинах застосовуються різні методи: аналітичні (розрахункові), розрахунково-статистичні та експериментальні.

Початкове рівняння для визначення ресурсу

$$L = \frac{\delta_{np} \cdot V_a}{60 \cdot I}$$

$$I_{ДВС} = \frac{C_{\delta} \sqrt[3]{V_h}}{L_{3Д}} \left\{ \mu \cdot Q \cdot V_a (0.7V_{max} + B \cdot V_a) [1 + A_D \cdot \mu \cdot Q \cdot V_a (0.7V_{max} + B \cdot V_a)] + \left[\frac{B_D \cdot q}{1 - C_D \cdot q} \right]^2 \cdot 10^{-3} \right\}$$

$$I_{КП} = \frac{C_K \sqrt[3]{V_h}}{L_{3К}} \left\{ \mu \cdot Q \cdot V_a (0.7V_{max} + B \cdot V_a) [1 + A_K \cdot \mu \cdot Q \cdot V_a (0.7V_{max} + B \cdot V_a)] + \left[\frac{B_D \cdot q}{1 - C_K \cdot q} \right]^2 \cdot 10^{-3} + \frac{D_K}{V_a} \right\}$$

$$I_P = \frac{C_P \sqrt[3]{V_h}}{L_{3P}} \left\{ \mu' \cdot Q \cdot V_a (0.7V_{max} + B \cdot V_a) [1 + A_P \cdot \mu' \cdot Q \cdot V_a (0.7V_{max} + B \cdot V_a)] + \left[\frac{B_P \cdot q'}{R - 10^{-4} \cdot q' \cdot V_a} \right]^2 \cdot 10^{-3} \cdot (1 - D \cdot V_a^3) \right\}$$

на майбутній період експлуатації

$$N_{3ч} = \frac{100 \cdot Q_{mp} \cdot m_3 \cdot H_l \cdot K_{\kappa}}{L_{зам}^H \cdot H_{л1}^2 \cdot K_{\kappa \min}}$$

$$K_{\kappa} = \frac{3,6 \cdot Q_{\min} V_{max} \cdot t_p \cdot \rho_T}{100 G_n}$$

$$N_3 = \frac{m_3 \cdot A_c \cdot K_{\epsilon} \cdot K_{\epsilon} \cdot \sqrt{1 + \gamma \cdot \beta}}{1 \cdot K_{\delta} \cdot 2}$$

$$\Omega' = \frac{Q_a}{Q_{p1k}} \leq \Omega \quad F'_i = \frac{Q_{p1k} K_i K_j \Omega'}{Q_{pj}} - 1 \leq F_j$$

$$t_{y,i} = t_j^{(1)} B_k C^{k-1} \quad t_{\Sigma,j} = t_j^{(1)} Y_i S_k = t_j^{(1)} A_k$$

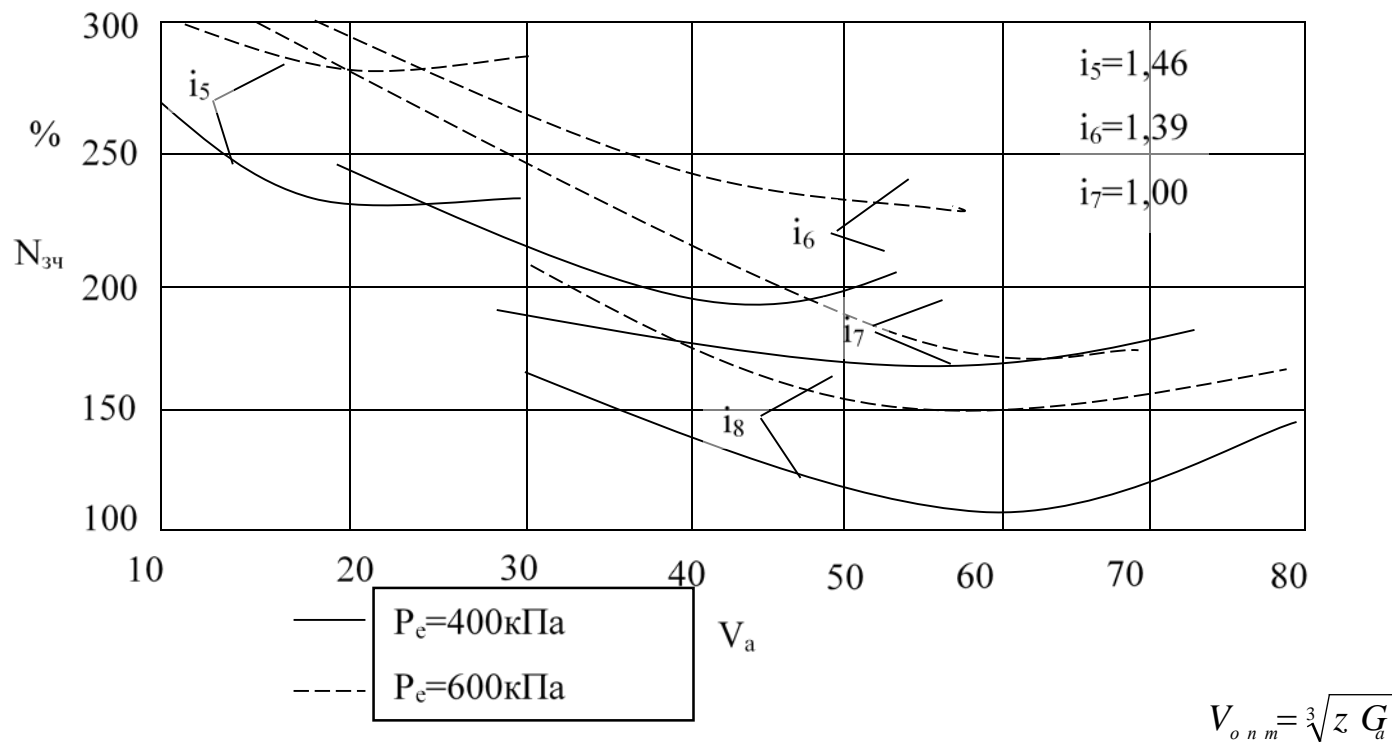
$$g_{m,j} = \omega_j n_{3j} \Delta \Phi_{m,j} \quad g_m = \sum_{j=1}^s g_{m,j}$$

на початок місяця, кварталу або року

$$N_{3ч} = \frac{0.01 \cdot Q_{mp} \cdot m_3 \cdot K_{\epsilon}}{L_{зам}^H \cdot H_l}$$

Результати оцінювання впливу зовнішніх умов на зміну потреби в запасних частинах

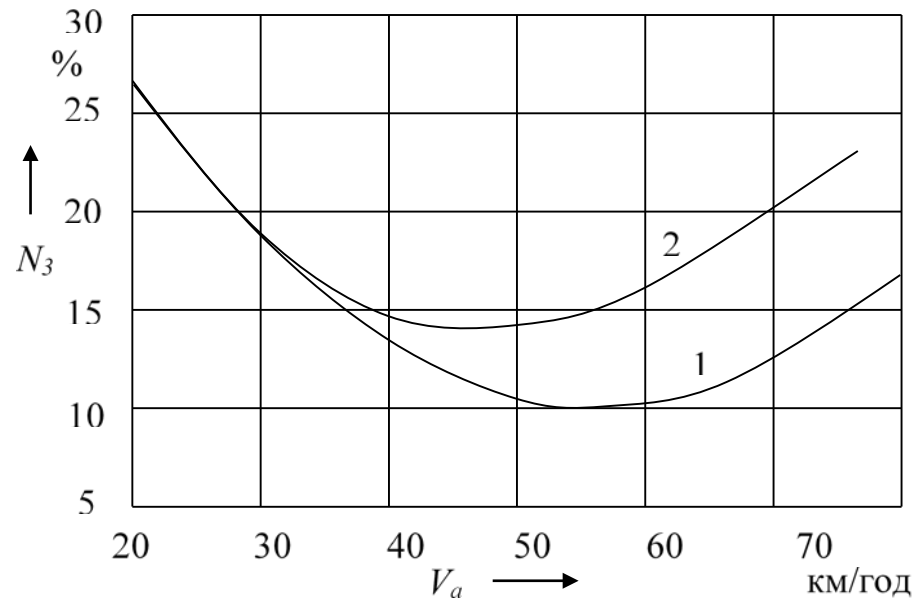
Зміна потреби в запасних частинах до силових агрегатів автомобіля МАЗ 6312 в залежності від швидкості руху на різних передачах при постійному навантаженні



$$i_{cp} = \frac{z_K}{0,7 \cdot 10^{-2} \cdot V_{max}} \cdot \sqrt{\frac{1}{V_n \eta_{TP}} \left(\frac{0,14 k_{\Gamma} V_{max} V_a^3}{G_a} - 3,85 kF \right)}$$

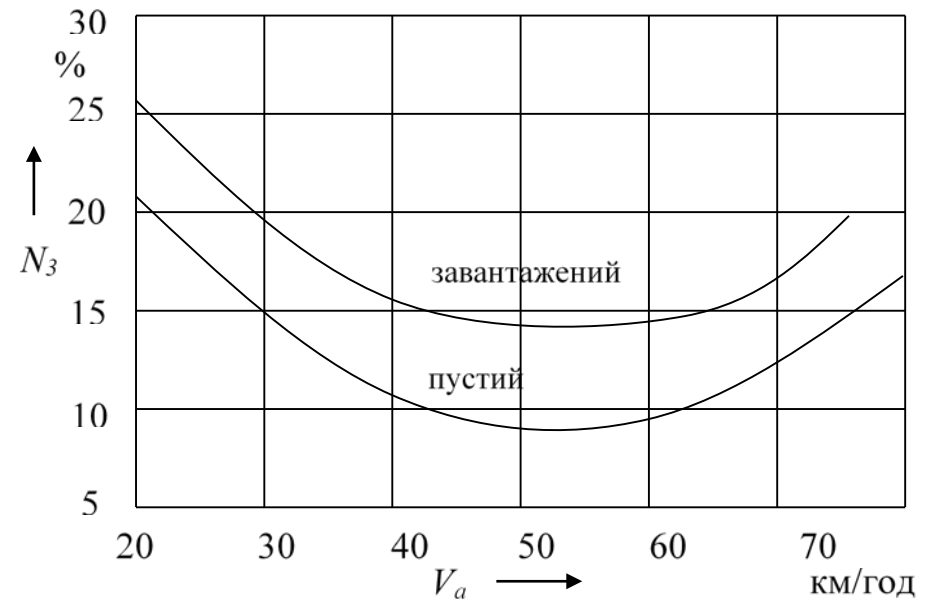
$$z = \frac{\left[V_h \cdot \eta_{TP} r_K \left(0,7 \cdot 10^{-2} i_K V_{max} \right)^2 + 3,85 kF \right]}{0,14 k_{\Gamma} V_{max}}$$

Зміна витрати запасних частин для силових агрегатів
автомобіля МАЗ 6312



1 - при наявності обтічника над кабіною; 2 - при відсутності обтічника

Зміна потреби в запасних частинах до силових
агрегатів автомобіля МАЗ 6312 від швидкості руху і
маси автомобіля



Новий підхід в оціненні потреби в запасних частинах для автотранспортних засобів

Пропонований аналітичний метод оцінки потреби в запасних частинах принципово відрізняється тим, що математична модель базується на швидкості зношування сполучень силових агрегатів, що враховує енергетичні витрати на виконання транспортної роботи, індивідуальні особливості і технічний стан конкретного автомобіля.

Потреба в запасних частинах еквівалентна кількості витраченого двигуном палива, яке характеризує енерговитрати на виконану транспортну роботу

$$N_3 = \frac{0,0 \cdot H_l \cdot l_c \cdot (1,0 - 0,04 \cdot t_e) \cdot G_3 \cdot D_p \cdot \alpha_m}{Q_c \cdot K_p}$$

$$Q_c = \frac{A_H \cdot V_m^2 \cdot l_{ema}}{V_h \cdot \eta_m} \cdot (0,0^n \cdot G_{II} + 0,0 \cdot K \cdot V_m^2) \cdot f$$

$$q_{omm} = \sqrt{\frac{0,02 \cdot 3 \cdot H_l \cdot l_{cc} \cdot (1,045 - 0,003 t_B) \cdot n_3 \cdot D_p \cdot \alpha_m}{r \cdot C_3 \cdot Q_c \cdot K_p}}$$

$$K_{исп} = \frac{H_l \cdot l_{cc} \cdot B}{Q_{изр} \cdot (O_c + \Pi_p)} \quad O_c = \frac{H_l \cdot l_c \cdot B}{Q_{узр}} - \Pi_p \geq 1,0 \quad K_o = \frac{K_3}{K_{ск}}$$

При $K_o = 1,5 \dots 5,0$ деталь відноситься до групи В, а при K_o більше 5,0 – до групи А або при менших значеннях K_o – до групи С.

По А, В, С - аналізу всі деталі, що утворюють запасні частини до силових агрегатів поділяються на три групи: А - нечисленні, але найбільш затребувані запасні частини, на які припадає більша частина вкладень (75-80%); В - запасні частини, які є другорядними і затребувані в меншій мірі, ніж запчастини групи А. Зазвичай на придбання деталей групи В витрачається до 20%; С - складають значну частину номенклатури всіх використовуваних запасних частин, але ці деталі недорогі, і на них припадає менша частина вкладень в запаси (5%).

Аналіз XYZ використовується для оцінки значущості запчастин в залежності від частоти їх споживання на підприємстві. Він дозволяє виявити групи деталей і комплектуючих, на які є постійний і стабільний попит на підприємстві, витрата яких піддана коливанням, а також ті, витрата яких носить випадковий характер. На основі аналізу формуються групи X, Y і Z.

Методика проведення XYZ - аналізу включає етапи:

Встановлюється середня витрата кожної деталі за ряд місяців або кварталів.

Розраховується середньоквадратичне відхилення попиту на деталі від його середньої величини.

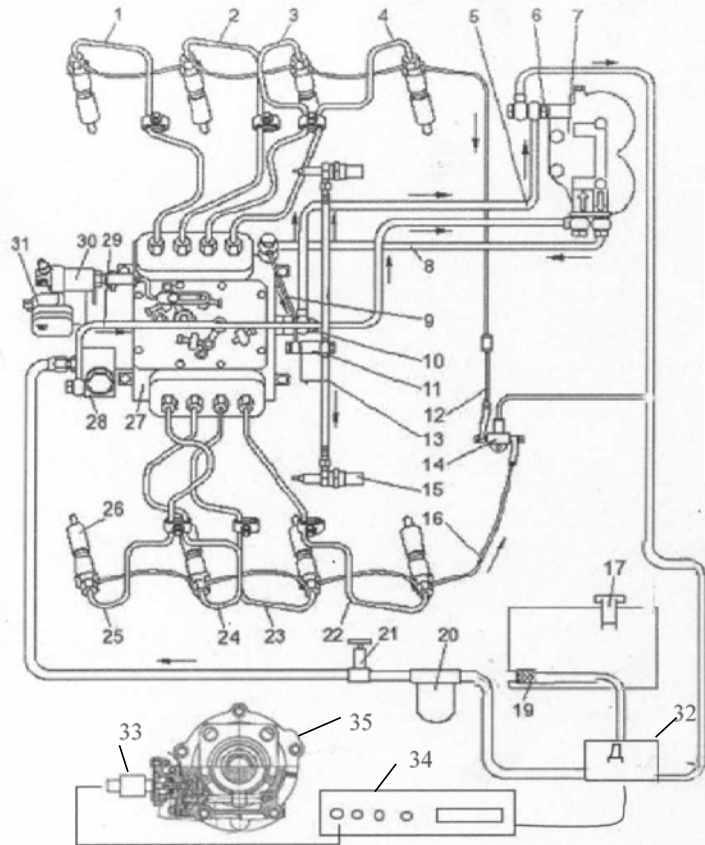
Розраховується коефіцієнт варіації по кожній деталі.

Деталі, вузли розташовуються у напрямку зниження коефіцієнта варіації. $v = \left(\delta / n_{cp} \right) \cdot 100$

Дані про кількість деталей підсумовуються і розподіляються по групах в залежності від значень коефіцієнта варіації.

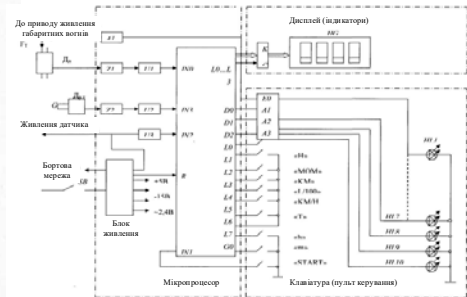
Апаратура та результати експериментальних досліджень

Схема підключення бортового



Спостереження велися за силовими агрегатами (двигун, коробка передач, головна передача) автомобілів, що працюють в різних експлуатаційних умовах. Для диференціювання режимів роботи за умовами експлуатації були визначені дві характеристики групи автомобілів по переважній експлуатації: на замських (міжміських, міжнародних) і міських дорогах.

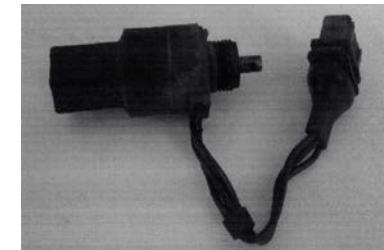
Принципова схема маршрутного комп'ютера



Зовнішній вигляд бортового комп'ютера МК-



Датчик пройденого



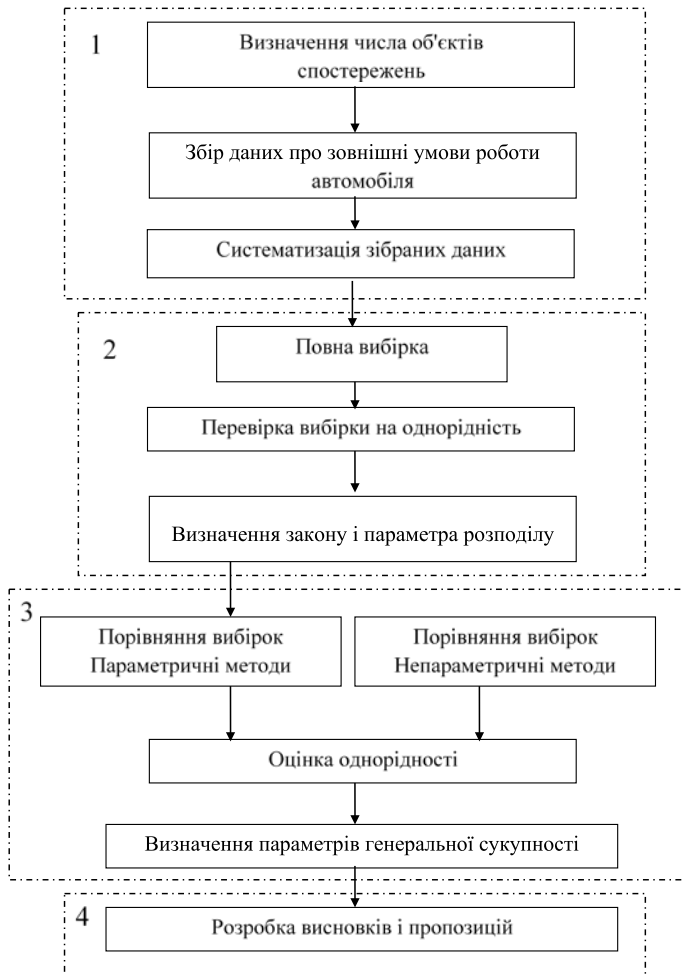
Датчик витрати



Параметри, розраховані інформаційно-вимірювальною системою автомобіля

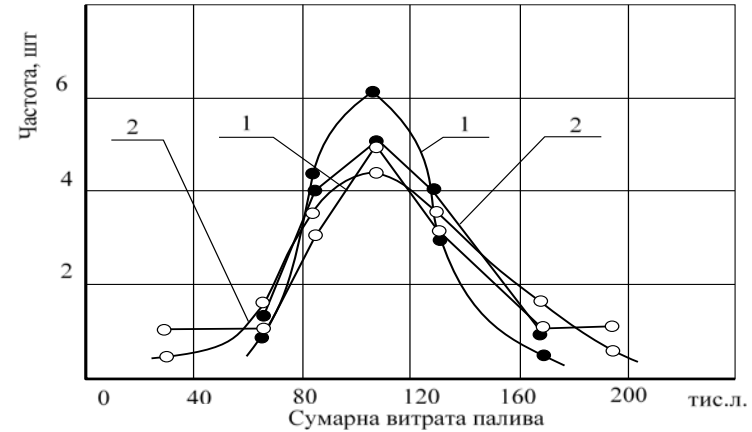
Параметр	Клавіша вибору	Межі значень	Клавіша відліку
Поточний час доби, год-хв	«Н»	00,00...23,59	1
Поточна витрата палива, л/100 км	«МOM»	0...62,5	0,1
Середня витрата палива за поїздку, л/100 км	«L/100»	0...99,9	0,1
Сумарна витрата палива за поїздку, л	«L»	0...624,9	0,1
Пробіг поїздки, км	«КМ»	0...999,9	0,1
Середня швидкість поїздки, км / год	«КМ/Н»	0...199,9	0,1
Час поїздки, год-хв	«Т»	00,00...99,59	1

Принципова схема обробки даних по вивченню потреби в запасних частинах



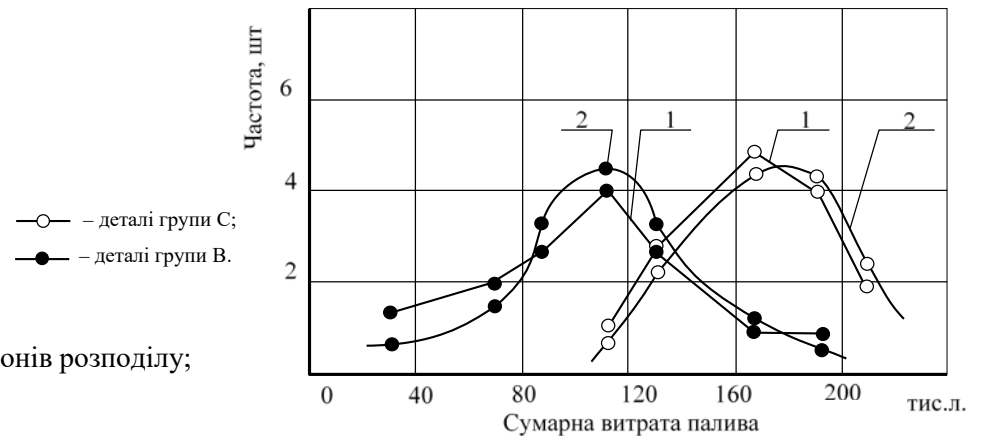
- 1 - збір даних про технічний стан і їх систематизація;
- 2 - статистична обробка вибірок для визначення параметрів і видів законів розподілу;
- 3 - визначення параметрів генеральної сукупності;
- 4 - розробка висновків і пропозицій по номенклатурі запасних частин.

Розподіл попиту на деталі групи А ведучих мостів автомобіля МАЗ



- 1 – полігон розподілу;
- 2 – диференціальна функція теоретичного закону розподілу.
- – деталі середнього моста;
- – деталі заднього моста

Розподіл попиту на деталі групи В і С двигуна АТЗ



- – деталі групи С;
- – деталі групи В.

Евристична оцінка попиту на запасні частини

$$N_{зч}^н = \frac{m_3 A_{сн}}{100} K_{\text{вн}} \quad N_{зч}^н = \frac{100 Q_{\text{сум}}^н K_{\text{вн}}}{H}$$

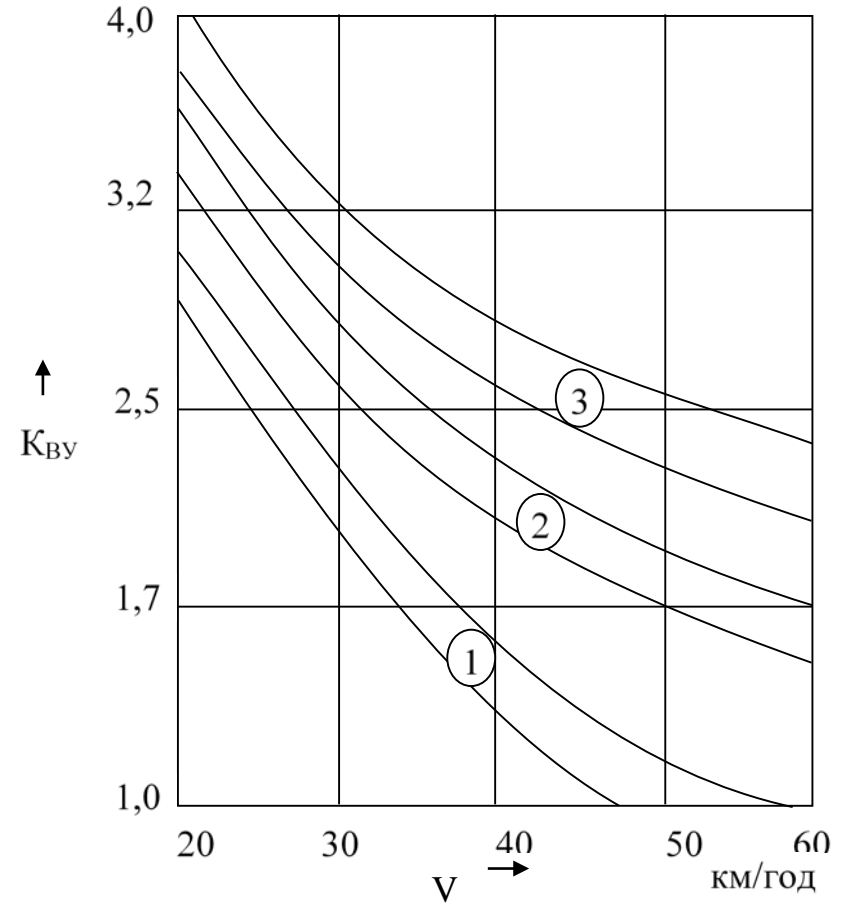
$$K_{\text{вн}} = 1,1 V_{\text{онм}} / V_a - 0,1 (G_a / G_n - 1)$$

$$V_{\text{онм}} = (0,6 \dots 0,7) V_{\text{max}}$$

Значення коефіцієнта, що враховує зовнішні умови експлуатації

Умови експлуатації	Середня технічна швидкість руху автомобіля, км / год	Маса автомобіля	Коефіцієнт, що враховує зовнішні умови експлуатації $K_{\text{вн}}$
I	45...55	Порожній	0,97...1,05
		з вантажем	1,20...1,30
		з причепом	1,40...1,60
II	35...45	Порожній	1,05...1,15
		з вантажем	1,30...1,70
		з причепом	1,70...2,05
III	28...35	Порожній	1,15...1,50
		з вантажем	1,70...2,05
		з причепом	2,05...2,56
IV	23...28	Порожній	1,30...1,70
		з вантажем	2,05...2,56
		з причепом	1,56...3,30
V	20...23	Порожній	2,05...2,00
		з вантажем	2,56...2,90
		з причепом	3,30...3,90

Залежність коефіцієнта зовнішніх умов від швидкості руху та завантаження автомобіля



1 – порожній автомобіль; 2 – повністю завантажений;
3 – повністю завантажений з причепом

Методика прогнозування потреби в запасних частинах до силових агрегатів АТЗ

Структурна схема методу прогнозування потреби в запасних частинах до силових агрегатів



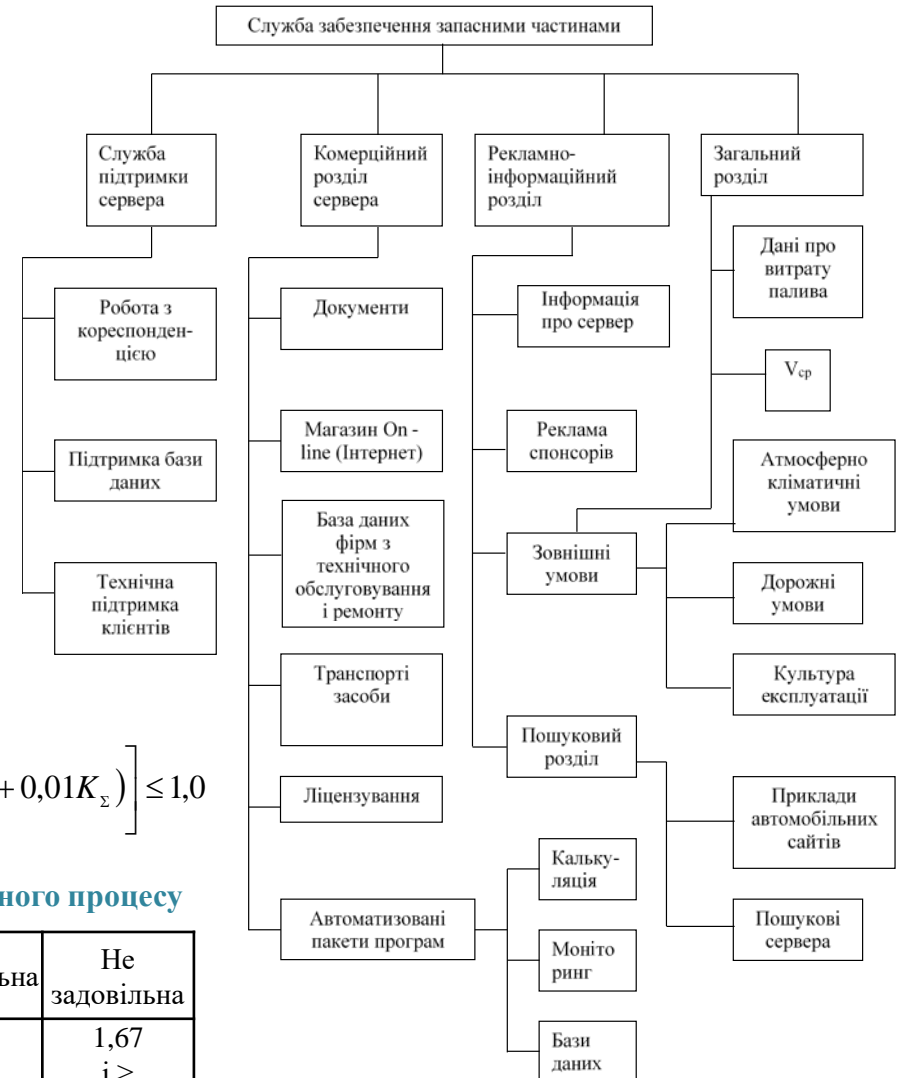
$$Q_{сум} = \frac{0,3N_{max} g_{e min} L_n}{\rho_m \delta V_{max}} \quad K_{n_{гд}} = 1 / \left[\frac{0,05V_a \cdot \rho_m \cdot \delta}{N_{max} \cdot g_{e min}} \times (H_{san} + H_w \cdot q_H \cdot \gamma \cdot \beta)(1 + 0,01K_{\Sigma}) \right] \leq 1,0$$

$$Q_{mp} = L_{nl} H = L_{nl} (H_o + H_o q_{cp} \gamma \beta)$$

Характеристика організації транспортного процесу

Характеристика транспортного процесу	Відмінна	Хороша	Задовільна	Не задовільна
Показник потреби в запасних частинах	1,00 1,05	1,06 1,35	1,36 1,66	1,67 i >

Принципова схема структури сайту забезпечення запасними частинами



Результати розрахунку техніко-економічної ефективності виконаних досліджень

Економічний ефект від впровадження результатів дослідження

$$E = (П_2 - П_1) \cdot A_{cn} = \Delta П \cdot A_{cn}$$

$$\Delta П = Д - З_m - З_c - З_{ш} - З_{то} - З_{зп} - З_{зп}^{np}$$

Прибуток при роботі автомобіля

$$П = Д - З_m - З_c - З_{ш} - З_{то} - З_n - З_o - З_{зп}$$

$$Д = l_c \cdot C_{km} \quad Д = T_{раб} \cdot C_ч$$

Економічна ефективність нормування і прогнозування потреби в запасних частинах до силових агрегатів

Найменування показників	Умовні позначення	Кількісні показники
1. Величина втрат від простою автомобіля, грн/день	$\Delta П$	465
2. Нормативний простій автомобіля, дн / тис.км	$П_n$	0,30
3. Фактичний простій автомобіля, дн / тис.км	$П_f$	0,65
4. Частка простою автомобіля через відсутність деталей силових агрегатів досліджуваного найменування, %	K_i	3,1
5. Простій через відсутність деталей, вузла i -го найменування дн / тис.км	$П_{y_{зч}}$	0,0203
6. Середній річний пробіг автомобіля, тис. км	\bar{L}_2	40
7. Простій автомобіля за рік через відсутність деталей необхідного найменування, дні / тис.км	$П_{ey_{зч}}$	0,11
8. Економічний ефект загальний, грн / рік	E	3250

Основні висновки

1. Проведений аналіз показав, що діючі методики не враховують фактори, які впливають на витрату запасних частин. Це призводить до розриву між фактичною і нормативною потребою в запасних частинах. Ця різниця між нормою і поточною потребою запасних частин може досягати більше 100%. В розрахунках відсутній облік фізичних параметрів умов експлуатації, що призводить до суттєвих похибок при встановленні нормативної потреби в запасних частинах по групах А В С.

2. Розроблено вирішення наукового завдання щодо проблеми комплексного управління забезпечення запасними частинами силових агрегатів, яке підвищує продуктивність та технічну готовність АТЗ. Підтримка працездатності силових агрегатів здійснюється на основі розроблених методів і моделей, які використовуються для визначення необхідної номенклатури запасних частин.

3. Визначено перелік та проведено кількісне оцінення конструктивних факторів, які сприяють зміні потреби в запасних частинах по певному автомобілю. Виявлено взаємозв'язок між потребами в запасних частинах для силових агрегатів по групах А, В, С та умовами експлуатації рухомого складу.

4. Розроблено методику прогнозування потреби в запасних частинах для силових агрегатів по групах А, В, С, в якій враховується технічний стан силового агрегату, виконана транспортна робота, а також зовнішні умови експлуатації певного АТЗ (обсяг вантажу, що перевозиться, швидкість руху, витрата палива), технічний стан та особливості конструкції конкретного автомобіля.

5. Створено методику прогнозування оптимальної потреби в запасних частинах силових агрегатів АТЗ по групах деталей А В С, яка базується на врахуванні впливу енергетичних витрат на виконання транспортної роботи, конструктивно-технологічних параметрів, ступеня зношеності вузлів, агрегатів і культури експлуатації АТЗ.

6. Оцінена значимість чинників зовнішніх умов (швидкість руху автомобіля, лінійний витрата палива) при експлуатації, які впливають на потребу в запасних частинах для силових агрегатів.

7. При експлуатації АТЗ найменша потреба в запасних частинах спостерігається на швидкостях, які відповідають мінімальній витраті палива – $(0,6...0,7) V_{max}$. Такий режим експлуатації АТЗ слід приймати за базовий. Якщо середня швидкість руху автомобіля відхилиться від оптимальної на 20-30 км/год, то потреба в запасних частинах збільшиться на 150-370%. Збільшення лінійної витрати палива має аналогічний ефект.

8. Зміна конструкції АТЗ (ККД трансмісії автомобіля, радіус кочення колеса, передавальні числа головної передачі), призводить до підвищення попиту на запасні частини до 12%. Рух АТЗ з оптимальною швидкістю призводить до зниження попиту на запасні частини до силових агрегатів груп А, В у 1,3 ... 1,8 рази. Якщо швидкість руху менша ніж 20 км/год, то відбувається різке збільшення попиту на деталі до силових агрегатів групи С.