

ЗАКОНОМІРНОСТІ ТА ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПОТРЕБИ У ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОСЕРВІСУ

Січко О.Є., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, sichkobox@gmail.com, orcid.org/ 0000-0003-4027-3890

Пархоменко О.О., Національний транспортний університет, Київ, Україна, olparkhom@gmail.com, orcid.org /0000-0002-4752-0148

Кошарний М.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, kosarnijmikola@gmail.com, orcid.org /0000-0002-5969-4858

Годованюк П.Д., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, pgodovanuk04@gmail.com, orcid.org/0000-0001-6331-8698

REGULARITIES AND FEATURES OF NEED FORMATION IN SPARE PARTS AT AUTO SERVICE ENTERPRISES

Sichko O.Y., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine, sichkobox@gmail.com, orcid.org/ 0000-0003-4027-3890

Parkhomenko O.O., National Transport University, Kyiv, Ukraine, olparkhom@gmail.com, orcid.org /0000-0002-4752-0148

Kosharnyi M.M., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine, kosarnijmikola@gmail.com, orcid.org /0000-0002-5969-4858

Godovanyuk P.D., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine, pgodovanuk04@gmail.com, orcid.org/0000-0001-6331-8698

Постановка проблеми.

У процесі управління складом автомобільних запасних частин основною проблемою є оцінка потреби у них за певний період часу. Широко відомі способи прогнозування, наприклад, на основі трендів та коефіцієнтів сезонних (та інших) коливань зазвичай не дають задовільних результатів, оскільки не відображають суті природи виникнення попиту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Більшість досліджень та розробок з управління складом запасних частин на підприємствах, що обслуговують та експлуатують автомобільні транспортні засоби (АТЗ), були виконані в умовах планово-централізованої економіки [1, 2, 3.] Незважаючи на досягнуті результати, у нинішніх умовах потрібне подальше проведення досліджень у цій галузі.

Мета досліджень.

Мета роботи полягала в розробці основних теоретичних положень, методики прогнозування попиту на автомобільні запасні частини на основі функції суміші ймовірнісних розподілів, цільових функцій системи управління складом автомобільних запасних частин.

Виклад основного матеріалу.

Управління складом автомобільних запасних частин пов'язане з двома видами ризиків. Ризик першого виду полягає в омертвінні вкладених фінансових коштів, а також посиленні кредитного тягаря на підприємстві, якщо ці кошти є позиковими. Ризик другого виду полягає в тому, що запасні частини морально застаріють, прийдуть у непридатність чи перейдуть у неліквідний стан. З урахуванням того, що вкладення в оборотний фонд запасних частин на підприємствах, які обслуговують та експлуатують АТЗ, найчастіше є для них одними з найважливіших, то ці фактори є вкрай важливою частиною загального обсягу ризиків на підприємстві.

Як правило, попит на запасні частини на підприємствах, що обслуговують або експлуатують автомобільний транспорт, неможливо описати досить точно за допомогою відомих законів розподілу випадкових величин. Причиною тому є неоднорідність даного попиту, тобто, залежно від типу підприємства, попит може бути сумішшю ймовірнісних розподілів. На рисунку 1 представлено типовий розподіл попиту на запасні частини на прикладі даних дилерської станції технічного обслуговування автомобілів марки КАМАЗ «АХ «АВТЕК» м. Київ: поряд з придбанням однієї, двох або комплекту деталей найчастіше присутні значення 5 шт., 10 шт., 20 шт. і т. д.

Очевидним є наявність різних категорій споживачів.

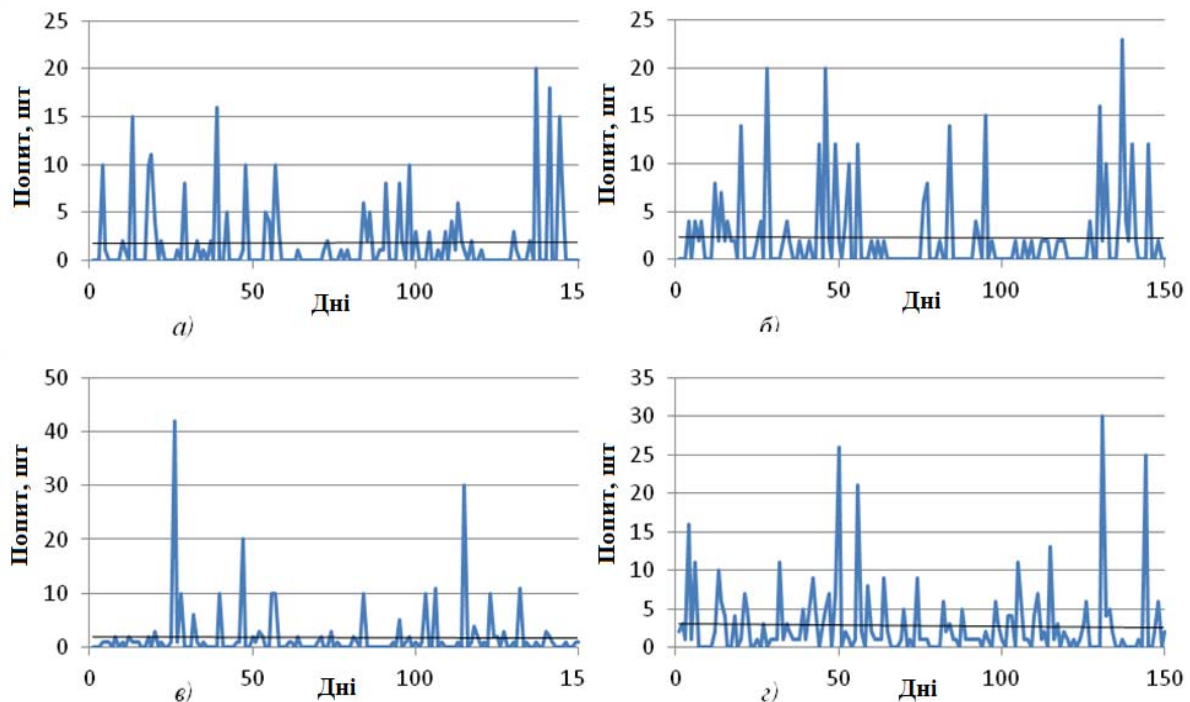


Рисунок 1 – Динаміка продажів запасних частин:
а) шланг гальмівний задній 5320; б) півкільце колінчастого вала;
в) прокладки піддону 740-1009040; г) повітряний фільтр
Figure 1 – Spare parts sales dynamics:
a) rear brake hose 5320; b) crankshaft half-ring;
c) pallets 740-1009040; d) air filter

Таким чином, перейдемо до оцінки попиту на автомобільні запасні частини на основі моделі суміші ймовірнісних розподілів. Можна припустити, що розчленування сумішей ймовірнісних розподілів дозволить отримати рівняння функції щільності $f(x)$, що описує закон розподілу попиту, який аналізується у всій (об'єднаній) генеральній сукупності. Це дозволить отримувати на основі імітаційного моделювання оптимальні значення параметрів управління складом запасних частин. Також, у перспективі, на основі отриманих результатів, можливе отримання більш точних надійнісних характеристик автомобілів, оскільки на підставі інтегрального попиту на запасні частини в регіоні та розміру відповідного їм парку автомобілів, виходять достатньо спотворені результати через затримки в ланцюгах поставок.

У загальному вигляді рівняння функції щільності можна навести як [4]:

$$f(x) = p_1 f_1(x) + p_2 f_2(x) + \dots + p_n f_n(x) \quad (1)$$

де $p_1, p_2, \dots, p_n$ – апіорні ймовірності появи спостережень саме з даного компонента суміші;

$f_1, f_2, \dots, f_n$ – функції густини розподілу компонентів суміші;

n – число компонентів суміші.

У кожному конкретному випадку значення n може змінюватись, але очевидно, що їх це кінцеве число і навіть малоймовірно, що воно може набувати хоча б двозначні значення. Виходячи зі спостережень, найбільш часто $n=4$ (як на рисунку 2), умовно назвемо перші чотири компоненти: роздрібом, дрібним оптом, середнім та великим оптом. Тоді p_1, p_2, p_3, p_4 є ймовірністю появи відповідно роздрібною покупця, дрібного, середнього та великого оптовика. У свою чергу ці ймовірності можуть також описуватися ймовірнісними законами розподілу.

Галузь застосування запропонованого методу обмежується ідентифікованістю сумішей розподілу. Відповідно до [4] помітними є кінцеві суміші з розподілів: 1) нормальних (у тому числі багатовимірних); 2) експоненціальні; 3) пуассонівських; 4) Коші. Таким чином, у нашому випадку

розподіл попиту на запасні частини має описуватися пуассонівським законом як єдиним підходящим дискретним імовірнісним розподілом. Нижче наведемо обмеження, пов'язані з умовами виникнення пуассонівського потоку випадкових подій [5].

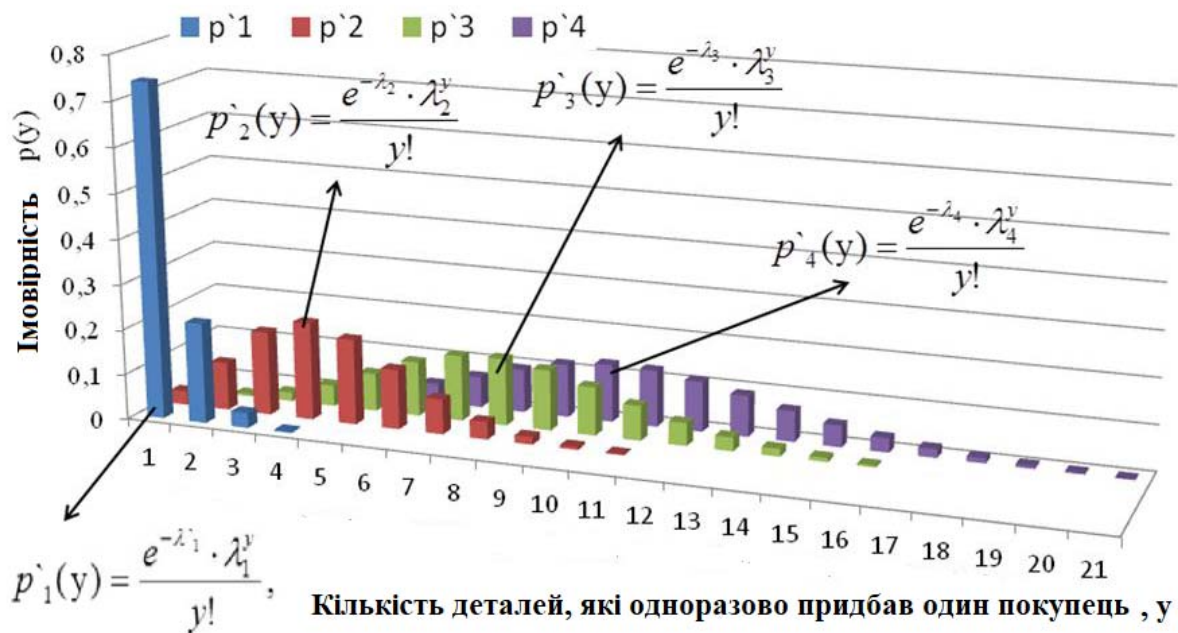


Рисунок 2 – Розподіл попиту на автомобільні запасні частини
Figure 2 – Distribution of demand for automotive spare parts

Перше обмеження це те, що заявки повинні надходити поодиночі, а не групами по дві, три тощо. У реальному житті так практично завжди і відбувається. Слід зазначити, що є ряд деталей, які купують чи замінюють, зазвичай, відразу за кілька штук, тобто комплектом. У цьому випадку потрібно враховувати не запасні частини поодиночі, а комплекти цих запасних частин.

Наступні обмеження пов'язані з тим, що надходження заявок протягом дня (за деякий інтервал часу) не повинно залежати від того, скільки було заявок в інші дні. Ця вимога на практиці зазвичай також дотримується. Покупці до магазину приходять випадково, відмови автомобілів також виникають через випадкові проміжки часу.

Третє обмеження – середня кількість заявок (попит) на запасні частини за одиницю часу має бути постійною (у моделі показник λ). Сезонність попиту на запасні частини, різна інтенсивність експлуатації автомобілів у різні пори року та багато інших факторів призводять до того, що споживання запасних частин не завжди, тобто попит $\lambda \neq \text{const}$. У цьому випадку під час використання моделі потрібно для кожного сезону підставляти конкретне значення λ , що відповідає сезону та умовно вважається постійним.

Припустимо, що можливість появи покупців запасних частин за певний період часу описується пуассонівським законом розподілу з параметром λ , а кількість деталей, які вони купують одноразово – пуассонівським законом розподілу з параметром λ .

Відповідно до припущення про підпорядкування ймовірностей появи покупців закону Пуассона, ймовірності появи певного кількості покупців кожної групи визначаються за формулами [6]:

$$p_1(x) = \frac{e^{-\lambda_1} \cdot \lambda_1^x}{x!}, p_2(x) = \frac{e^{-\lambda_2} \cdot \lambda_2^x}{x!}, \dots, p_k(x) = \frac{e^{-\lambda_k} \cdot \lambda_k^x}{x!} \quad (2)$$

де $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ – параметри функцій розподілу ймовірностей появи покупців першої, другої, ..., k -ої групи відповідно;

x – кількість покупців.

Імовірність того, що за певний період (один день) не з'явиться жоден покупець першої групи:

$$p_1(0) = e^{-\lambda_1}. \quad (3)$$

Отже, ймовірність відсутності покупців за певний період часу можна визначити як:

$$p(0) = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_k)}. \quad (4)$$

Відповідно до припущення про підпорядкування ймовірностей покупки певної кількості деталей одним покупцем закону Пуассона, ймовірності покупки певної кількості деталей покупцем кожної групи визначаються за формулами [6]:

$$p'_1(y) = \frac{e^{-\lambda'_1} \cdot \lambda'^y_1}{y!}, p'_2(y) = \frac{e^{-\lambda'_2} \cdot \lambda'^y_2}{y!}, \dots, p'_k(y) = \frac{e^{-\lambda'_k} \cdot \lambda'^y_k}{y!}. \quad (5)$$

де $\lambda'_1, \lambda'_2, \dots, \lambda'_k$ – параметри функцій розподілу ймовірностей появи покупців першої, другої, ..., k -ої групи відповідно;

$p'_1(y), p'_2(y), \dots, p'_k(y)$ – ймовірності покупки у деталей покупцями першої, другої, ..., k -ої групи відповідно за одну покупку;

y – кількість куплених деталей одним покупцем (натуральне число).

Причому для кожної групи покупців виконується нерівність:

$$y^1_{cp} > y^2_{cp} > \dots > y^{k-1}_{cp} > y^k_{cp} \quad (6)$$

де $y^1_{cp}, y^2_{cp}, \dots, y^k_{cp}$ – математичне очікування кількості деталей, які може придбати один покупець запасних частин першої, другої, ..., k -ої групи відповідно.

Виходячи з наведених вище формул, визначимо ймовірність покупки за певний період однієї деталі. Згідно з умовою, одна деталь може бути продана за певний інтервал часу тільки роздрібному покупцю, за умови, що інших покупців за цей період часу не буде, отже:

$$p(1) = e^{-\lambda_1} \cdot \lambda_1 \cdot e^{-\lambda'_1} e^{-(\lambda_2 + \lambda_3 + \dots + \lambda_n)} \quad (7)$$

або

$$p(1) = p(0) \cdot \lambda_1 \cdot e^{-\lambda'_1},$$

тобто ймовірність покупки за певний період однієї деталі дорівнює спільно ймовірності появи одного роздрібного покупця, ймовірності, що він візьме одну деталь, та ймовірності відсутності покупців другої групи, третьої групи тощо.

Припустимо, за певний інтервал часу (один день) було придбано x однакових деталей кількома покупцями. Позначивши кількість груп (класів) покупців як k , а кількість клієнтів кожної групи як n , можна подати x як:

$$x = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n S_{ij}, \quad (8)$$

де S_{ij} – кількість деталей придбаних одним i -им покупцем j -ої групи.

Таким чином, задача знаходження функції щільності суміші ймовірнісних розподілів попиту зводиться до знаходження кожного x всіх можливих варіантів наборів значень S_{ij} , що задовольняють умові (8). Наприклад, для наведених вище умов при $x=1$ можливий тільки один варіант $S_{11}=1$. При $x=2$ два: 1) $S_{11}=2$; 2) $S_{11}=1, S_{21}=1$. Для $x=3$ та $x=4$ існує відповідно 4 та 7 варіантів, представлених нижче у вигляді матриць, номер стовпців якої відповідає класу покупців (k), а номери рядків – номеру покупця (n) цієї групи тих, хто прийшов за певний період часу за певною запасною частиною:

$$\begin{aligned}
 x=3: & \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} 2 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} 0 & 3 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}, \\
 x=4: & \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} 2 & 0 \\ 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} 2 & 0 \\ 2 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} 3 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} 0 & 4 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}.
 \end{aligned}$$

Тоді функцію щільності суміші ймовірнісних розподілів можна подати у вигляді:

$$f(x) = \sum_{q=1}^m [\prod_{j=1}^k \prod_{i=1}^n p(n_{ij}) \cdot p(S_{ij})]_q, \quad (9)$$

де m – кількість всіх можливих варіантів наборів значень S_{ij} , що задовольняють умову (8);

p_{ij} – ймовірність появи тільки i -ої кількості покупців j -ої групи за певний період;

$p(S_{ij})$ – ймовірність покупки S деталей i -им покупцем j -ої групи за один раз.

Враховуючи, що ймовірність появи певної кількості покупців та придбання ними певної кількості деталей підпорядковується закону Пуассона, можна подати вираз (9) у вигляді:

$$f(x) = \sum_{q=1}^m \left(\prod_{j=1}^k \prod_{i=1}^n \frac{e^{-\lambda_j} \cdot \lambda_j^{z_j}}{z_j!} \cdot f(S_{ij}) \right)_q, \quad (10)$$

де z_j – кількість покупців j -ої групи;

λ_j – параметр пуассонівського розподілу ймовірності появи певної кількості покупців j -ої групи за певний період часу.

Якщо кількість класів k наперед невідома, то її можна визначити з допомогою критерію хі-квадрат Пірсона. Припустимо, що для ряду послідовних значень $k = 1, 2$ і т. д. вже обчислені такі значення параметрів $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ та $\lambda'_1, \lambda'_2, \dots, \lambda'_k$, за яких відповідні функції правдоподібності досягають максимуму або значення критерію хі-квадрат досягає мінімуму, тобто за яких теоретичний розподіл найбільше підходить фактичному (емпіричному) розподілу. Очевидно, що зі збільшенням числа класів k , теоретичний розподіл буде наближатися до фактичного, а значення критерію хі-квадрату зменшуватиметься. Водночас, кількість ступенів свободи зі зростанням k також зменшуватиметься – на 2 одиниці при збільшенні k на одиницю, тому що кожному класу (компоненті суміші розподілу) відповідає 2 параметри (λ_k і λ'_k).

Отже, за умови справедливості гіпотези H_k : «істинне число компонентів суміші (класів споживачів) дорівнює k », для заданого значення α має дотримуватися нерівності:

$$\chi^2(k) - \chi^2(k+1) < \chi^2_{p-2k-1, 1-\alpha} - \chi^2_{p-2k-3, 1-\alpha}, \quad (11)$$

де k – кількість компонентів суміші (класів);

p – число інтервалів.

Висновки.

1. Існуючі на сьогодні моделі систем керування складом автомобільних запасних частин добре опрацьовані. Тому проблема визначення економічного розміру замовлення на поповнення складу полягає не як аналітичний інструмент, а в правильному виборі вихідної інформації та коректності інтерпретації отриманих результатів.

2. У роботі виявлено закономірності та особливості формування потреби в запасних частинах на підприємствах, обслуговуючих та експлуатуючих АТЗ, яка є функцією суміші ймовірнісних розподілів, що включає ймовірності появи споживачів та обсягу їх вимог.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Агафонов А.В. Определение потребности дилерских станций технического обслуживания автомобилей в запасных частях и повышение эффективности управления запасами: дис. канд. техн. наук: 05.22.10 / Агафонов Алексей Валентинович. – М., 2003. – 221 с.
2. Бродецкий Г.Л. Управление запасами: учеб. пособие / Г.Л. Бродецкий. – М.: Эксмо, 2008. – 352 с.
3. Волгин В.В. Автомобильный дилер. Практическое пособие по маркетингу и менеджменту сервиса и запасных частей / В.В. Волгин. – М.: Ось-89, 1997. – 224 с.
4. Ивахненко А.А. Аналитико-имитационное моделирование технологических процессов движения запасных частей и комплектующих в дилерской сети предприятий автомобильной промышленности с использованием сетей массового обслуживания: дис. канд. техн. наук: 05.13.06 / Ивахненко Андрей Андреевич. – М., 2013. – 174 с.
5. Князьков А.Н. Применение моделирования при управлении складскими запасами / А.Н. Князьков, Ю.Н. Махнов // Политранспортные системы: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. – Ч. 1. – С. 156-161.
6. Лоу А. Имитационное моделирование / А. Лоу, В. Кельтон. – Киев: BHV, 2004. – 847 с.

REFERENCES

1. Agafonov A.V. Opredelenie potrebnosti dilerskikh stancij tehničeskogo obsluzhivaniya avtomobilej v zapasnyh chastyah i povыshenie effektivnosti upravleniya zapasami. Diss. kand. techn. nauk [Determining the needs of car dealerships for spare parts and improving the efficiency of inventory management. Cand. tech. sci. diss.]. Moscow, 2003. 221 p.
2. Brodetskiy G.L. Upravlenie zapasami [Inventory Management]. Moscow, Eksmo, 2008. 352 p.
3. Volgin V.V. Avtomobilnyy diler. Prakticheskoe posobie po marketingu i menedzhmentu servisa i zapasnyh chastey [Car dealer. A practical guide to marketing and management of service and spare parts]. Moscow, Os, 1997. 224 p.
4. Ivahnenko, A.A. Analitiko-imitacionnoe modelirovanie tekhnologicheskikh processov dvizheniya zapasnyh chastey i komplektuyushchih v dilerskoj seti predpriyatij avtomobilnoj promyshlennosti s ispolzovaniem setej massovogo obsluzhivaniya. Diss. kand. techn. nauk [Analytical and simulation modeling of technological processes of movement of spare parts and components in the dealer network of automotive industry enterprises using queuing networks. Cand. tech. sci. diss.]. Moscow, 2013. 174 p.
5. A.N. Knyazkov, Yu.N. Mahnov. Primenenie modelirovaniya pri upravlenii skladskimi zapasami [Applying Simulation to Inventory Management]. Politransportnye sistemy: Materialy IV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Polytransport systems: Proceedings of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference]. Krasnoyarsk: IPC KGTU. 2006, ch. 1, pp. 156-161.
6. Lou A., Kelton V. Imitacionnoe modelirovanie [Simulation modelling]. Kiev, BHV, 2004. 847 p.

РЕФЕРАТ

Січко О.Є. Закономірності та особливості формування потреби у запасних частинах на підприємствах автосервісу / О.Є Січко, О.О. Пархоменко, М.М. Кошарний, П.Д. Годованюк // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий журнал. – К.: НТУ, 2022. – Вип. 3 (53).

Мета досліджень полягає в розробці основних теоретичних положень, методики прогнозування попиту на автомобільні запасні частини. Об'єктом дослідження є процес управління запасами запасних частин в підприємствах, що обслуговують автомобільний транспорт. Дослідження проводяться на основі функції суміші ймовірнісних розподілів, цільових функцій системи управління складом автомобільних запасних частин. У даній статті розглядається задача визначення потреби у запасних частинах для підприємств автосервісу та ефективного управління запасами на складі. Також розглянуті сучасні методи забезпечення запасними частинами. Завдання управління складом на підприємствах, що обслуговують автомобільний транспорт, є нетривіальним, і часто виникає ряд помилок, пов'язаних з тим, що не завжди адекватно прогнозується потреба у

запасних частинах. Невисока ефективність роботи цієї підсистеми технічного обслуговування і поточного ремонту підвищує простої автомобілів, витрати на доставку та зберігання запасних частин. Це, в свою чергу, знижує якість обслуговування та лояльність споживачів до компанії, веде до втрат від втраченого продажу. Переважна частка наявних запасних частин має запас на складі більше ніж споживання їх протягом трьох місяців, що свідчить про невисоку ефективність управління.

Аналіз наукових досліджень у даній галузі та їх практичної реалізації показав відсутність на практиці інструментів, що дозволяють ефективно управляти запасами на підприємствах, що обслуговують та експлуатують автомобільні транспортні засоби. З урахуванням тенденцій розвитку галузі, потрібна подальша розробка технологічних процесів управління складом сервісних підприємств з урахуванням нових інформаційних технологій.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЗАПАСНІ ЧАСТИНИ, УПРАВЛІННЯ СКЛАДОМ, СУМІШ ІМОВІРНІСНИХ РОЗПОДІЛІВ, ПОПИТ, МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ЗАКОН ПУАССОНА, АВТОМОБІЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ.

ABSTRACT

Sichko O.Y., Parkhomenko O.O., Kosharnyi M.M., Godovanyuk P.D. Regularities and features of need formation in spare parts at auto service enterprises. Visnyk National Transport University. Series «Technical Sciences». Scientific journal. – Kyiv: National Transport University, 2022. – Issue 3 (53).

The purpose of the research is to develop the main theoretical provisions, methods of forecasting the demand for automobile spare parts. The object of the study is the process of spare parts inventory management in enterprises servicing road transport. Research is carried out on the basis of the function of a mixture of probability distributions, target functions of the warehouse management system of automotive spare parts. Modern methods of providing spare parts are also considered. The task of warehouse management at road maintenance companies is non-trivial and there are often a number of errors due to the fact that the need for spare parts is not always adequately predicted. The low efficiency of this subsystem of maintenance and repair increases downtime of cars, the cost of delivery and storage of spare parts. This in turn reduces the quality of service and customer loyalty to the company, leads to losses from lost sales. The predominant share of spare parts has a stock in the warehouse more than their consumption for three months, which indicates low management efficiency.

The analysis of scientific research in this field and their practical implementation has shown the lack of tools in practice to effectively manage inventories at enterprises that service and operate motor vehicles. Taking into account the development trends of the industry, further development of technological processes for the management of service enterprises with new information technologies is required.

KEYWORDS: SPARE PARTS, WAREHOUSE MANAGEMENT, MIXTURE OF PROBABILITY DISTRIBUTIONS, DEMAND, MATHEMATICAL MODELING, POISSON'S LAW, MOTOR VEHICLES.

АВТОРИ:

Січко Олександр Євгенійович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу, e-mail: sichkobox@gmail.com, тел.: +380504423470, Україна, 01010, м. Київ, вул. М.Омеляновича-Павленка, 1, к. 410, orcid.org/0000-0003-4027-3890.

Пархоменко Олександр Олександрович, Національний транспортний університет, асистент кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу, e-mail: olparkhom@gmail.com, тел.: +380634380352, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 406, orcid.org/0000-0002-4752-0148.

Кошарний Микола Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу, e-mail: kosarnijmikoła@gmail.com, тел.: +380936600992, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 410, orcid.org/0000-0002-5969-4858.

Годованюк Петро Дмитрович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу, e-mail: pgodovanuk04@gmail.com, тел.: +380505492210, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 410, orcid.org/0000-0001-6331-8698.

AUTHORS:

Sichko Olexandr Y., Ph.D in Technical Science, Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of the Department of Motor Vehicle Maintenance and Service, e-mail: sichkobox@gmail.com, tel.: +380504423470, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovych-Pavlenko str.,1, of. 410, orcid.org/0000-0003-4027-3890

Parkhomenko Olexandr O., National Transport University, Assistant of the Department of Motor Vehicle Maintenance and Service, e-mail: oluparkhom@gmail.com, tel.: +380634380352, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovych-Pavlenko str., 1, of. 406, orcid.org/0000-0002-4752-0148.

Kosharnyi Mykola M., Ph.D in Technical Science, Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of the Department of Motor Vehicle Maintenance and Service, e-mail: kosarnijmikola@gmail.com, tel.: +380936600992, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovych-Pavlenko str.,1, of. 410, orcid.org/0000-0002-5969-4858.

Godovanyuk Petro D., Ph.D., Ph.D in Technical Science, Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of the Department of Motor Vehicle Maintenance and Service, e-mail: pgodovanuk04@gmail.com, tel.: +380505492210, Ukraine, Kyiv, 01010, Kyiv, M. Omelianovych-Pavlenko str.,1, of. 410, orcid.org/0000-0001-6331-8698.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Жаров Костянтин Сергійович, кандидат технічних наук, ДП «ДержавтотрансНДІпроект», начальник Центру оцінки відповідності КТЗ і наукових досліджень системи технічного регулювання, Київ, Україна.

Посвятенко Едуард Карпович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту і матеріалознавства, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Zharov Kostiantyn S., Candidate of Technical Sciences, State Enterprise “State Road Transport Research Institute”, Head of the Center for Conformity Assessment of Vehicles and Research of the Technical Regulation System, Ukraine, Kyiv.

Posviatenko Eduard K., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of the Department of manufactures, repair and materials technology, Ukraine, Kyiv.