

In hired the results of researches of efficiency of work in the laboratory terms of pair of friction are pointed - a «brake disk is a skid».

On the basis of results of the conducted researches of work of pair of friction - a «brake disk is a skid» taking into account different terms works after completion of all researches an estimation was conducted absolute and specific wear of brake pads.

At this stand, the performance of all the pads in various braking modes was directly verified

The studies were conducted on a special stand using the natural brake assembly of the car Ford Focus III.

In summary of these studies, we can conclude that all the pads showed a normal result, but in our opinion the best were the pads of the firm BOSCH (Germany) and ZIMMERMANN (Germany).

However, each owner has the right to decide which pads he will install on his car Ford Focus III.

skids, brake disk, temperature, specific wear

Одержано (Received) 23.05.2019

Прорецензовано (Reviewed) 30.05.2019

Прийнято до друку (Approved) 04.06.2019

УДК 656.13.071.8

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2019.1\(32\).58-67](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2019.1(32).58-67)

О.І. Субочев, доц., канд. техн. наук, **Т.А. Завалій**, студ.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

e-mail: subochev.alex@gmail.com

М.Г. Погорелов, ст. виклад.

Донбаський державний педагогічний університет, м. Слов'янськ, Донецька обл;

Україна

e-mail: texfak@gmail.com

Удосконалення забезпечення запасними частинами сервісних підприємств

Проаналізовано фактори, що впливають на споживання запасних частин, існуючі принципи побудови систем управління запасами, методи моделювання попиту та часу поповнення запасів. Розроблена методика формування номенклатури і розрахунку запасів запасних частин. Розроблена методика визначення оптимального запасу агрегатів, яка дозволяє визначати найвигідніші стратегії в різних випадках.

запасні частини, попит, номенклатура, оптимальний запас

А.И. Субочев, доц., канд. техн. наук, **Т.А. Завалий**, студ.

Днепровский государственный аграрно-экономический университет, г. Днепр, Украина

М.Г. Погорелов, ст. препод.

Донбасский государственный педагогический университет, г. Славянск, Донецкая обл., Украина

Совершенствование обеспечения запасными частями сервисных предприятий

Проанализированы факторы, влияющие на потребление запасных частей, существующие принципы построения систем управления запасами, методы моделирования спроса и времени пополнения запасов. Разработана методика формирования номенклатуры и расчета запасов запасных частей. Разработана методика определения оптимального запаса агрегатов, которая позволяет определять наиболее выгодные стратегии в различных случаях.

запасные части, спрос, номенклатура, оптимальный запас

Постановка проблеми. На економічні показники роботи сервісних підприємств (СП) суттєво впливають, з однієї сторони, витрати пов'язані з придбанням і зберіганням підвищених запасів матеріальних ресурсів, які гарантують безперерйну роботу транспортних засобів, з простоїв останніх через несвоєчасне постачання матеріальних ресурсів, з іншої сторони [1, 2].

Усереднене нормування запасних частин (ЗЧ) не враховує конкретних умов експлуатації машин. На величину витрат матеріальних ресурсів в першу чергу впливають експлуатаційні та транспортні фактори, які є індивідуальними для кожного транспортного засобу (ТЗ) [3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наведено, що запасні частини є складовою частиною виробу, призначеного для заміни такої ж частини, що перебувала в експлуатації, з метою забезпечення справності або тільки працездатності виробу. Тому автомобільні ЗЧ можна розглядати як своєрідний резерв із встановленого певним чином складу елементів (деталей, вузлів, агрегатів) автомобіля, наявність якого є необхідною умовою нормального функціонування автомобіля в процесі експлуатації. Від забезпечення автомобілів ЗЧ істотно залежить підтримка високого рівня технічної готовності рухомого складу [5, 6].

Забезпечення організації постачання автомобільного транспорту ЗЧ пов'язане з рішенням двох основних завдань: встановленням номенклатури елементів автомобіля, що поставляються в ЗЧ, і визначенням обсягів їхнього виробництва й розподіли споживачам [7].

Ринок запасних частин, будучи складовою частиною загального автомобільного ринку, володіє, разом з тим, відносною самостійністю та має ряд своїх особливостей. Це обумовлено, насамперед, наявністю значної кількості заводів і підприємств, що роблять запасні частини та комплектуючі, великою рухливістю широкої мережі посередників, що здійснюють їхній збут, а також відсутністю досить повної та оперативної інформації про номенклатуру вироблених запчастин, їхньої наявності в продажі та цінах на них [8, 9].

Постановка завдання. Метою є проведення аналізу і пошук можливих рішень для побудови логістичних моделей нормування витрат запасних частин, що базується на критеріях економічності та інформаційних технологіях і індивідуальному підході до нормування.

Виклад основного матеріалу. Потреба СП у запасних частинах для забезпечення нормального функціонування рухомого складу і його якісного ремонту визначаються великою кількістю факторів, що характеризують як споживачів, так і існуючу систему постачання запасними частинами. Вплив цих факторів проявляється в організації транспортного і виробничого процесів, залежить від режиму та умов експлуатації, організації системи планування й розподілу ЗЧ, інформаційної бази, нормативно-методичного забезпечення та ін.

Процес споживання ЗЧ найбільшою мірою залежить від особливостей сфери експлуатації. У цій сфері можна виділити кілька груп факторів. Зокрема до них ставляться: система організації ТО та ремонту, рухомий склад і структура парку, виробнича база, персонал і умови експлуатації [1, 2]. Значимі для дослідження споживання ЗЧ фактори кожної групи наведені на схемі (рис. 1).

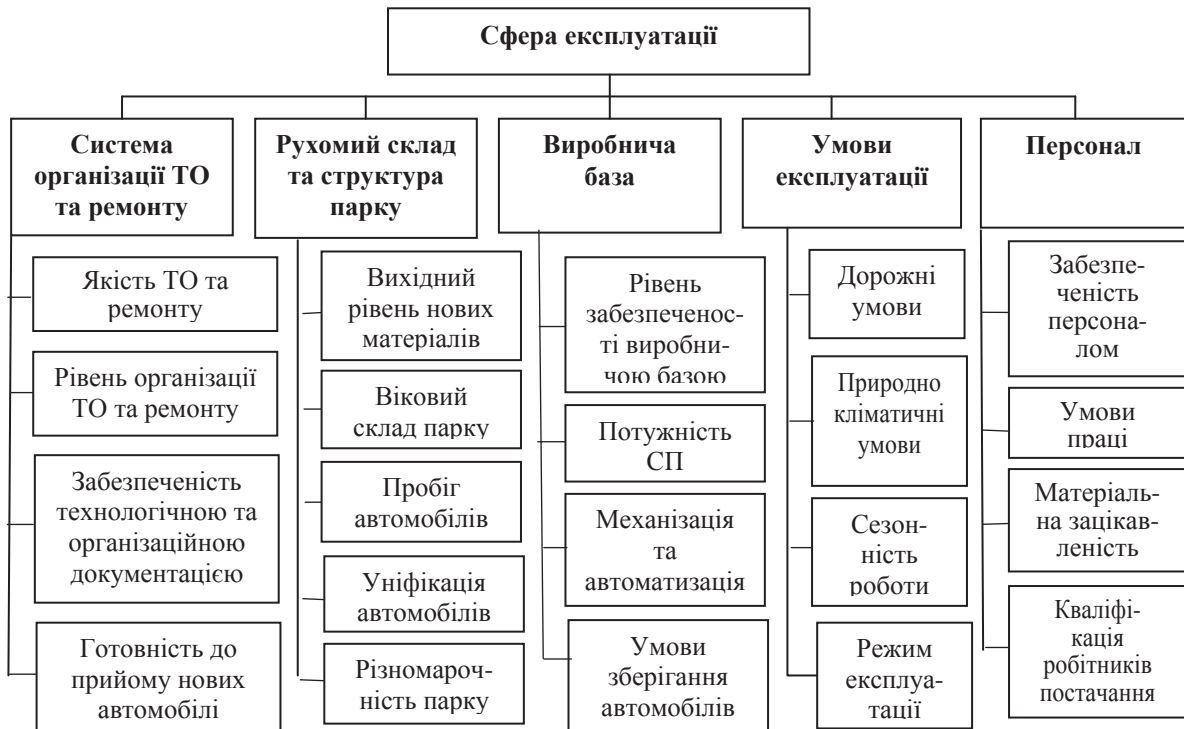


Рисунок 1 – Фактори, що визначають попит запасних частин у сфері експлуатації

Джерело: розроблено з використанням [3]

Основою якісного керування постачанням ЗЧ для експлуатуючих і ремонтних організацій автомобільного транспорту є прогресивні технічно та економічно обґрунтовані норми їхньої витрати, які повинні об'єктивно враховувати особливості експлуатації, надійність автомобіля і його елементів, систему ремонту та інші фактори.

Обґрунтованість норм витрати у свою чергу визначається вірогідністю вихідної інформації, яка вимагається, для розрахунку й правомірністю вибору методів їхнього визначення. Важливість достовірного визначення норм витрати на ремонтно-експлуатаційні потреби потрібна також і з того, що вони є базою для розробки норм запасів автомобільних ЗЧ на різних рівнях складської системи підприємств автотранспорту.

Розрізняють системи з фіксованим розміром замовлення, постійним інтервалом часу між замовленнями та їхні комбінації [1, 6, 8].

Система з фіксованим розміром замовлення. Основний параметр системи – розмір замовлення. Він строго зафіксований і не міняється ні при яких умовах роботи системи. Визначення розміру замовлення є першим завданням, що вирішується при роботі з даною системою керування запасами.

У системі з фіксованим розміром замовлення (рис. 2) обсяг закупівлі повинен бути не тільки раціональним, але і оптимальним, тобто найкращим. Критерієм оптимізації повинен бути мінімум сукупних витрат на зберігання запасів і повторення замовлення, який враховує три фактори: використовувана площа складських приміщень; витрати на зберігання запасів; вартість оформлення замовлення.

Ці фактори тісно взаємозалежні між собою, причому сам напрямок їхньої взаємодії неоднаково в різних випадках. Бажання максимально заощадити витрати на зберігання запасів викликає ріст витрат на оформлення замовлень.

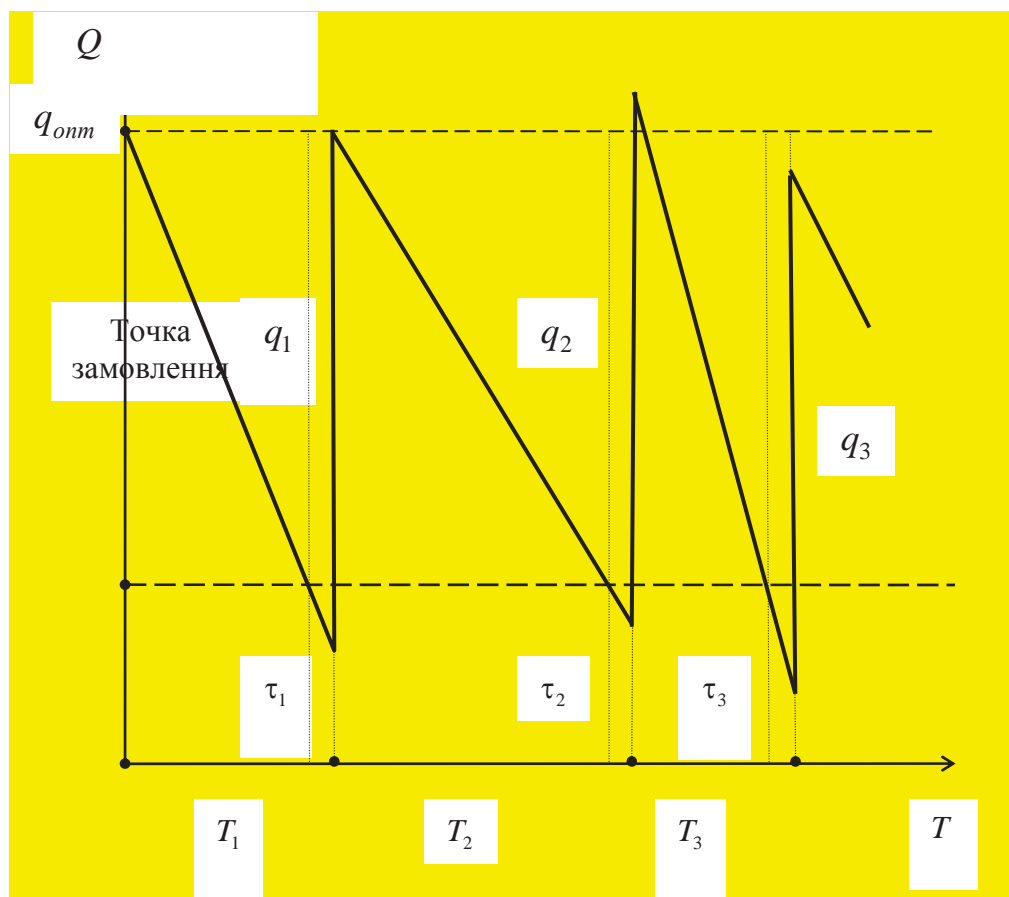


Рисунок 2 – Діаграма періодичності поповнення запасів: $T_1 \neq T_2 \neq T_3$ - періодичність замовлення;

$$q_1 = q_2 = q_3 - \text{об'єм замовлення, } \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 - \text{час поповнення}$$

Джерело: розроблено з використанням [9]

Використання критерію мінімізації сукупних витрат на зберігання запасів і повторне замовлення не мають змісту, якщо час виконання замовлення надто тривалий, попит випробує істотні коливання, а ціни на матеріали сильно коливаються, у такому випадку недоцільно заощаджувати на змісті запасів. Це найімовірніше приведе до неможливості безперервного обслуговування споживача. У всіх інших ситуаціях визначення оптимального розміру замовлення забезпечує зменшення витрат на зберігання запасів без втрати якості обслуговування.

Інші системи постачання запасними частинами наведені [1, 6, 8].

Основна особливість формування потоків відмов деталей автомобіля полягає в тому, що крім відмов, обумовлених граничним станом деталі та тих, що можна усунути поточним ремонтом, відбувається штучне відсічення потоку через капітальні ремонти агрегатів і автомобіля, списання агрегатів і автомобіля. Відсічення потоку може бути викликано прийнятою стратегією замін при поточних ремонтах, коли робиться одночасна заміна декількох сполучених деталей, деякі з яких не вичерпали свій ресурс. Таким чином, при розробці загальної методики розрахунку потоків відмов з урахуванням ремонтних впливів повинні бути враховані три моменти: по-перше, відсічення потоку відмов капітальними ремонтами, списанням або стратегією замін; по-друге, формування потоку після ремонтних впливів; по-третє, визначення показників залишкового ресурсу деталей. Оскільки формування потоку відмов з урахуванням

ремонтних впливів фактично означає перемішування нестационарних потоків відмов (НПВ) (наприклад, деталей і агрегату).

Для аналізу НПВ доцільно розділити деталі автомобіля на три групи.

Перша група включає деталі, які повністю замінюються при ремонтних впливах (прокладки, сальники тощо).

Друга група – це невідновлювані, але що піддаються дефектації деталі, які у випадку придатності встановлюються на відремонтованих агрегатах (підшипники кочення, шестірні та ін.).

Третя група включає відновлювані деталі.

При формуванні НПВ необхідно враховувати наступні ремонтні впливи: капітальні ремонти агрегату L_a ; капітальні ремонти автомобіля L_A , а також списання автомобіля L_c . Наробітку до зазначених ремонтних впливів і списання є випадковими величинами й підкоряються відповідним законам розподілу. В загальному випадку число факторів, що впливають на формування НПВ, повинне бути збільшене за рахунок обліку наробітків до списання агрегату, якщо його наробіток не збігається зі списанням автомобіля, і особливостей, пов'язаних зі стратегією заміни при поточних ремонтах агрегату.

Раціональне рішення допускає таку інтерпретацію: другий гравець парної взаємодії замінюється випадковим вибором або неусвідомлено приймаючим свої рішення економічним середовищем, а сама ситуація прийняття рішення характеризується функціоналом оцінювання F , який називають платіжною матрицею.

Формально ситуація прийняття рішення згідно логістичною концепцією описується трійкою множин: $\{S; \Theta; F\}$.

Чистою стратегією гравця є сукупність рекомендацій щодо ведення взаємодії від початку до її завершення.

Взаємодія скінчена, якщо в кожного гравця є скінченна кількість стратегій. У протилежному випадку взаємодія є нескінченною.

Нехай взаємодія є скінченою, тоді результати рішень гравців можна виразити в грошовому еквіваленті або з допомогою інших цінностей, які збирається вигравати (придбати) кожен гравець. Тобто для кожної комбінації вибраних гравцями чистих стратегій існує відповідна величина платежу.

Однією із задач теорії взаємодії є виявлення можливості певної рівноваги, що називається компромісом, яка найбільшою мірою задовольняє всіх учасників.

Нехай відома матриця платежів $F = (f_{kj} : k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n)$ парної взаємодії з нульовою сумою, де елемент платіжної матриці f_{kj} – це виграш першого гравця, тобто сума, яку йому платить другий гравець (програш другого гравця) у випадку використання першим гравцем своєї чистої стратегії $s_k \in S$, а другим гравцем – своєї чистої стратегії $\theta_j \in \Theta (k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n)$.

Розв'язати взаємодію - це означає знайти оптимальну стратегію для кожного гравця. Оптимальною стратегією гравця називається така стратегія, яка за багаторазового повторення гри забезпечує гравцеві максимально можливий середній виграш (або мінімально можливий середній програш).

Платіжна матриця F містить елемент $f_{k_0j_0}$, що задовольняє умову:

$$f_{k_0j_0} = \alpha^+ = \beta^- \quad (1)$$

(цей елемент є мінімальним у k_0 -му рядку та максимальним у j_0 -му стовпчику). Елемент $f_{k_0j_0}$ називається сідловою точкою матриці F , величина:

$$V^* = \alpha^+ = \beta^- = f_{k_0j_0} \quad (2)$$

називається чистою ціною взаємодії.

Таким чином, якщо взаємодія має сідлову точку, то чисті стратегії s_{k_0} та θ_{j_0} є оптимальними і тоді сукупність стратегій s_{k_0} , θ_{j_0} та ціна гри $V^* = \alpha^+ = \beta^-$ утворюють розв'язок гри.

Розв'язання взаємодії має таку властивість: якщо один з гравців дотримується своєї оптимальної стратегії, то відхилитися від своєї оптимальної стратегії не вигідно для другого гравця. У загальному випадку значення ціни взаємодії задовольняє умову:

$$\alpha^+ \leq V \leq \beta^-, \quad (3)$$

що має місце у випадках, коли гра не має сідлової точки, а мінімаксні чисті стратегії - не оптимальні. Це означає, що пошук розв'язання взаємодії у чистих стратегіях стає неможливим і кожна зі сторін може поліпшити свій стан шляхом багаторазового випадкового вибору певних своїх чистих стратегій з деяких підмножин (що належать множинам альтернативних чистих стратегій). Такі стратегії називаються змішаними.

Серед змішаних стратегій першого та другого гравців відшуковують оптимальні, позначивши їх через s_{p^*} , та θ_{Q^*} , відповідно.

Тоді у загальному випадку оптимальним розв'язанням гри буде сукупність $(s_{p^*}; \theta_{Q^*})$.

Якщо перший гравець вибрав змішану стратегію s_p , $P = (p_1; \dots; p_m)$, а другий - змішану стратегію θ_Q , $Q = (q_1; \dots; q_n)$, то сподіваний виграш першого гравця (програш другого гравця) у ситуації багаторазового повторення гри становить величину:

$$V = \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n f_{kj} p_k q_j. \quad (4)$$

Взаємодія з нульовою сумою має наступну платіжну матрицю:

$$F = (f_{kj} : k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n). \quad (5)$$

Нехай для першого гравця змішана стратегія s_p визначається вектором (розподілом імовірності) $P = (p_1; \dots; p_m)$, а для другого гравця - змішана стратегія θ_Q - вектором $Q = (q_1; \dots; q_n)$.

При цьому p_k - імовірність, з якою перший гравець застосовує свою чисту стратегію s_k ($k = 1, \dots, m$), q_j - імовірність, з якою другий гравець застосовує свою чисту стратегію θ_j ($j = 1, \dots, n$). Із основної теореми теорії взаємодії випливає, що кожна скінченна взаємодія має розв'язання, тобто ціну гри $V^* = \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n (p_k^* q_j^* f_{kj})$ та оптимальні стратегії s_{p^*} і θ_{Q^*} гравців, які визначаються векторами $P^* = (p_1^*, \dots, p_m^*)$ і $Q^* = (q_1^*, \dots, q_n^*)$ відповідно.

Не порушуючи загальності, можна припустити, що $V = \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n (p_k q_j f_{kj}) > 0$.

Дійсно, для того, щоб здійснилась умова $V > 0$, достатньо, щоб усі елементи f_{kj} платіжної матриці F були додатними. Цього завжди можна досягти, збільшуючи всі елементи f_{kj} на одну й ту саму достатньо велику величину $c = const$. При цьому ціна гри збільшується на $c = const$, а розв'язок, тобто пара оптимальних змішаних стратегій s_p^* та θ_Q^* гравців, не зміниться. Тому вважатимемо надалі, що $V > 0$.

Виконуються розрахунки залежностей ризику та вигравів від сервісних підприємств з різними кількостями автомобілів, що позначені пунктирними лініями на рис. 3 та рис. 4.

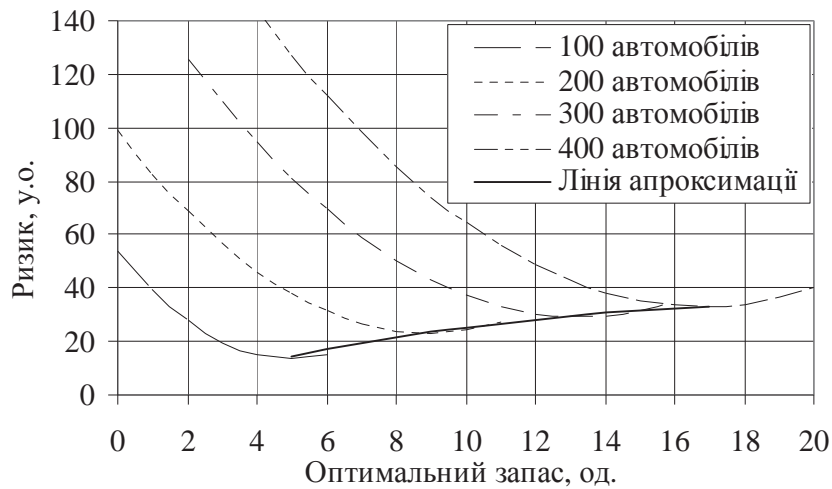


Рисунок 3 – Залежності величин ризику від кількості автомобілів

Джерело: розроблено автором

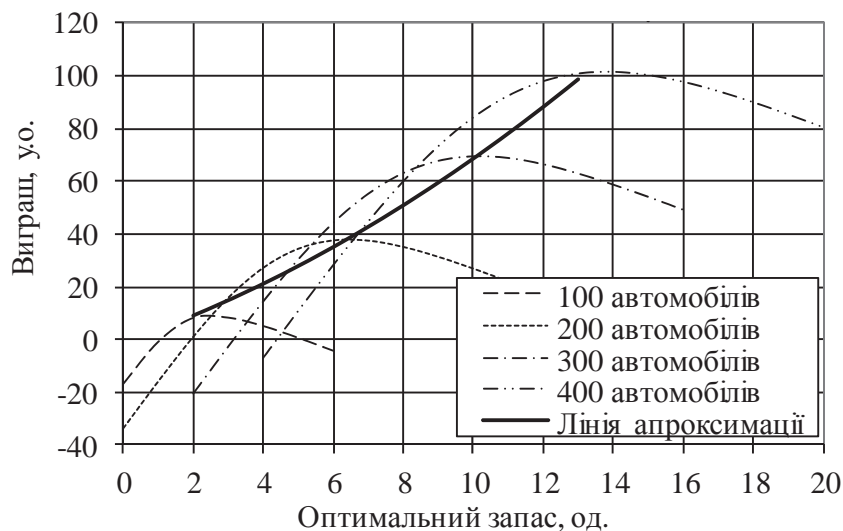


Рисунок 4 – Залежності величин виграшу від кількості автомобілів

Джерело: розроблено автором

Для оптимізації величини ризику від кількості автомобілів виберемо значення мінімального ризику кожного парку, та зведемо їх до таблиці 1.

Таблиця 1 – Значення мінімальних ризиків та максимальних виграшів

№	Найменування показників		Кількість автомобілів			
			100	200	300	400
1	Для ризику	Оптимальний запас, од.	4,8	9,0	13,2	17,0
		Мінімальний ризик, у. о.	13,5	24,0	29,5	33,0
2	Для виграшу	Оптимальний запас, од.	2,2	6,2	10,2	13,5
		Максимальні виграші, у. о.	8,0	38,0	70,0	104,0

Джерело: розроблено автором

Якщо поєднати точки екстремумів на рис. 3 та рис. 4. отримуються:

1 – залежність мінімального ризику від різних кількостей автомобілів;

2 – залежність максимального виграшу від різних кількостей автомобілів.

Для спостереження закономірностей слід знайти рівняння апроксимуючої залежності мінімального ризику та максимального виграшу від різних кількостей автомобілів.

Виходячи з виду розташування цих значень на координатній площині, обираємо за апроксимуючу функцію квадратичну параболу:

$$y = ax^2 + bx + c, \quad (6)$$

де a, b, c – коефіцієнти апроксимуючої функції.

Використовуючи метод найменших квадратів, знаходимо значення коефіцієнтів апроксимуючої функції:

- для залежності мінімального ризику від різної кількості автомобілів $a = -0,083$, $b = 3,363$, $c = -0,163$.

- для залежності максимального виграшу від різної кількості автомобілів $a = 0,174$, $b = 5,694$, $c = -5,032$.

Апроксимуючі функції на рис. 3 та рис. 4 зображені суцільною лінією.

Аналізуючи апроксимуючі функції можна встановити, що з підвищенням кількості автомобілів величина ризику не є постійно зростаючою, вона дотично наближується до сталого значення. Збільшення кількості рухомого складу, що обслуговується автосервісним підприємством, підвищує виграш від утримання оптимальної кількості запасних частин.

Висновки. Проаналізовано фактори, що впливають на споживання запасних частин, існуючі принципи побудови систем управління запасами, методи моделювання попиту та часу поповнення запасів, сучасні умови розвитку ринку запасних частин. Розроблена методика формування номенклатури і розрахунку запасів запасних частин, що ґрунтується на логістичних методах, які координуються з середнім ресурсом та випадком раптових відмов деталей. Розроблена методика визначення оптимального запасу агрегатів, яка дозволяє визначати найвигідніші стратегії в різних випадках: в умовах недоліку інформації; в умовах ризику; в умовах часткової визначеності. Збільшення кількості рухомого складу, що обслуговується сервісним підприємством, підвищує виграш від утримання оптимальної кількості запасних частин. Це є

результатом того, що прибутки підприємства на пряму залежать від кількості задоволених потреб.

Список літератури

1. Дудар Т., Волошин Р. Основи логістики: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури. 2012. 171 с.
2. Костромин Г. Управління матеріальними ресурсами : навчальний посібник. Кіровоград: КНТУ. 2007. 233 с.
3. Курніков І.П. Управління запасами автосервісів в умовах невизначеності попиту *Автошляховик України*. 2002. №1. С. 15-17
4. Арсеньєва Т., Бажин І., Сысоев В. Проектно-логистическое управление ресурсным обеспечением. Новгород: Изд. Гладкова О.В. 2005. 221 с.
5. Лола Ю.Ю. Управління матеріальними ресурсами на підприємстві (логістичний та реінжиніринговий підхід): автореф. дис. на здобуття канд. екон. наук: 08.00.04, Харків, 2009. 20 с.
6. Андрусенко С.І., Бугайчук О.С. Моделювання бізнес-процесів підприємства автосервісу: монографія. Київ: Кафедра. 2014. 328 с.
7. Войтків Л.С. Управління матеріальними ресурсами у період реструктуризації підприємства : дис... канд. екон. наук: 08.06.01 / Івано-Франківський національний технічний ун-т нафти і газу. Івано-Франківськ, 2005. 210 с.
8. Лукинський В.С., Бережной В.И., Бережная Е.В., Цвирицько І.А. Логистика автомобильного транспорта. Концепция, методы, модели. Москва: Финансы и статистика. 2002. 278 с.
9. Лукинський В.С. Моделирование цепи поставок (Серия «Теория менеджмента») / пер. с англ. Д. Шапиро. Санкт-Петербург: Питер. 2006. 713 с.

Referencis

1. Dudar, T. & Voloshin R. (2012). *Osnovy Logistiki: navchalny posibnyk [Basics of logistics]*. Kyiv: Centr uchbovoji literatury [in Ukrainian].
2. Kostromin, G. (2007). *Upravlinnya materialnyimi resursamy: navchalny posibnyk [Management of material resources]*. Kirovograd: KNTU [in Ukrainian].
3. Kurnikov I.P. (2002). *Upravlinnya zapasamy autoservisiv v umovakh nevyznachenosti [Управління запасами в автосервісів умовах невизначеності попиту]*. *Autoshlyakhovyk Ukrainy - Avtoshlyahovyk of Ukraine, 1*, 15-17 [in Ukrainian].
4. Arsenyeva, T., Bazhin, I. & Sysoev, V. (2005). *Proektno-lodisticheskoe upravlenie resursnym obespecheniem [Design and logistics management of resource support]*. Novgod: Izd. Gladkova O.V. [in Russian].
5. Lola, U.U. (2009). *Upravlinny materialnymi resursamy na pidpryemstvi (logistychny ta reingyniryngovy pidkhid [Management of material resources at the enterprise (logistic and reengineering approach)]*. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kharkiv [in Ukrainian].
6. Andrusenko, S.I. & Bugaychuk, OS (2014). *Modeluvannya biznes-procesiv pidpryemstva autoservisu: monoghrافیja [Modeling business processes of the car service company]*. Kyiv: Kafedra [in Ukrainian].
7. Voytkiv, L.S. (2005). *Upravlinny materialnymi resursamy u period restrukturizacii pidpremtva [Management of material resources during the restructuring of the enterprise]*. *Candidate's thesis*. Ivano-Frankovck [in Ukrainian].
8. Lukinsky, V.S., Berezhnoy, V.I., Berezhnaia, E.V. & Tsvirinko, I.A. (2002). *Logistica avtomobilnogo transporta. Koncepsiya, metody, modeli [Logistics of motor transport. Concept, methods, models]*. Moscow: Finansy i statistica [in Russian].
9. Lukinsky, V.S. (2006). *Supply Chain Modeling (Theory of Management Series)* (D. Shapiro Trans). St. Petersburg: Piter

Olexandr Subochev, Assoc. Prof., PhD tech. sci.

Dnipro State Agrarian-Economic University, Dnipro, Ukraine

Mykhailo Pogorelov, Senior Lecturer

Donetsk State Pedagogical University, Slavyansk, Donetsk region; Ukraine

Tymur Zavaliy, student

Dnipro State Agrarian-Economic University, Dnipro, Ukraine

Improving the Supply of Spare Parts Service Companies

The article is devoted to the analysis and search for possible solutions for the construction of logistic models for rationing the consumption of spare parts, based on the criteria of efficiency and information technology and an individual approach to rationing.

The need of service enterprises for spare parts to ensure the normal functioning of rolling stock and its quality repair is determined by a large number of factors characterizing both consumers and the existing system of supplying spare parts. The influence of these factors is manifested in the organization of transport and production processes. The basis of the quality management of the supply of spare parts for the operating and repair organizations of road transport is progressive technically and economically sound norms of their consumption, which must objectively take into account the features of operation, the reliability of the vehicle and its components, the repair system. The main feature of the formation of flows of failures of parts of the car is that in addition to failures due to the limiting condition of the part and those that can be eliminated by the current repair, there is an artificial cutoff of the flow through the overhaul of the units and the car, writing off the units and the car. The formation of a flow of failures with regard to repair effects actually means the mixing of unsteady flows of failures (for example, parts and aggregate).

The factors affecting the consumption of spare parts, the existing principles of building inventory management systems, methods for modeling demand and replenishment time, modern conditions for the development of the spare parts market are analyzed. A method has been developed for forming a nomenclature and calculating stocks of spare parts based on logistic methods that are coordinated with the average resource and the case of sudden failure of parts. A method has been developed for determining the optimal stock of aggregates, which makes it possible to determine the most advantageous strategies in various cases: under conditions of lack of information; at risk; in conditions of partial certainty. The increase in the number of rolling stock serviced by the service company increases the gain from the maintenance of the optimal number of spare parts. This is a result of the fact that the income of the enterprise is directly dependent on the number of needs met.

spare parts, demand, nomenclature, optimal stock

Одержано (Received) 26.04.2019

Прорецензовано (Reviewed) 17.05.2019

Прийнято до друку (Approved) 04.06.2019