

ТРАНСПОРТ

УДК 656.13.07

Мастепан М.А., к.т.н., Ясинський В.М., Солдатов Р.С.

АДІ ДонНТУ, м. Горлівка

РОЗРОБКА МЕТОДУ НОРМУВАННЯ ВИТРАТ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН З УРАХУВАННЯМ УМОВ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА

На основі теоретичних досліджень розроблено математичну модель нормування витрат та об'ємів запасних частин, що зберігаються на автотранспортних підприємствах. Основними складовими моделі є нормативні дані, характеристики умов роботи та транспортні засоби. Наведено рекомендації щодо визначення статистичних характеристик випадкових змінних. Модель базується на використанні методу статистичних випробувань.

Постановка проблеми

У ринкових умовах функціонування підприємства автомобільного транспорту дуже часто стикаються з відсутністю достатніх обігових коштів, низькою ефективністю їх використання. Проблема управління забезпеченням підприємств запасними частинами стає особливо актуальною. Для її вирішення необхідно впроваджувати нові моделі нормування запасів зберігання, які б враховували рух споживчих матеріальних та фінансових ресурсів із стохастичним характером роботи транспортних машин. Такими є логістичні моделі управління ресурсами, які поєднують інформаційні і матеріальні потоки. При цьому необхідно враховувати умови роботи транспортних машин, ринок запасних частин та умови доступу до нього.

Аналіз досліджень і публікацій

Більшість відомих методів нормування запасів матеріальних ресурсів, агрегатів та вузлів транспортних машин і обігових коштів для їх придбання базувались на встановлених статистичним шляхом галузевих нормативах, які були отримані за результатами дослідної експлуатації [1, 2]. Такі норми є усередненими і не враховують динаміки змін технічного стану транспортних машин, обумовлених конкретними умовами роботи. На величину витрат матеріальних ресурсів, в першу чергу, впливають експлуатаційні та транспортні фактори, які є індивідуальними для кожного транспортного засобу і характерними для будь-якого перевізного процесу [3].

Значний досвід нормування запасів ресурсів, комплектуючих до виробів накопичено в автомобілебудівних галузях різних країн [4, 5]. Але він не може бути рекомендований для автомобільного транспорту без відповідної корекції.

Мета і постановка задачі

Норми витрат ресурсів і обсягів їх зберігання повинні максимально враховувати реальні фактори, що впливають на виробничий процес, бути прогресивними, обґрунтованими.

При розробці моделі нормування необхідно забезпечити основні принципи її функціонування [4, 5]: ефективність, яка передбачає мінімізацію витрат на забезпечення запасними частинами при виконанні плану робіт; науково-технічну обґрунтованість; системність, при якій всі елементи системи матеріально-технічного постачання працюють як єдиний механізм для досягнення загальної мети; стабільність, яка забезпечується безвідмовною роботою моделі в умовах реального коливання основних параметрів виробничого процесу; адаптивність,

що забезпечується наявністю механізмів для передбачення змін ринку послуг та розробки механізму адаптації до змін.

Вирішення задачі

Для забезпечення ефективного транспортного процесу необхідно проводити нормування запасних частин за номенклатурою. Це дуже складний процес. Він обумовлений великою номенклатурою запасних частин, значними термінами експлуатації автомобілів, різкими відхиленнями показників надійності автомобілів у різних умовах роботи, коливаннями потреби у запасних частинах протягом року.

При нормуванні запасні частини поділяють на групи [2]: деталі, від яких залежить безпека руху; деталі, термін працездатності яких дорівнює пробігу автомобіля до капітального ремонту; деталі з обмеженим терміном експлуатації; деталі, заміна яких виконується під час заміни деталей перших трьох груп.

Схема формування витрат запасних частин підприємством наведена на рис. 1.

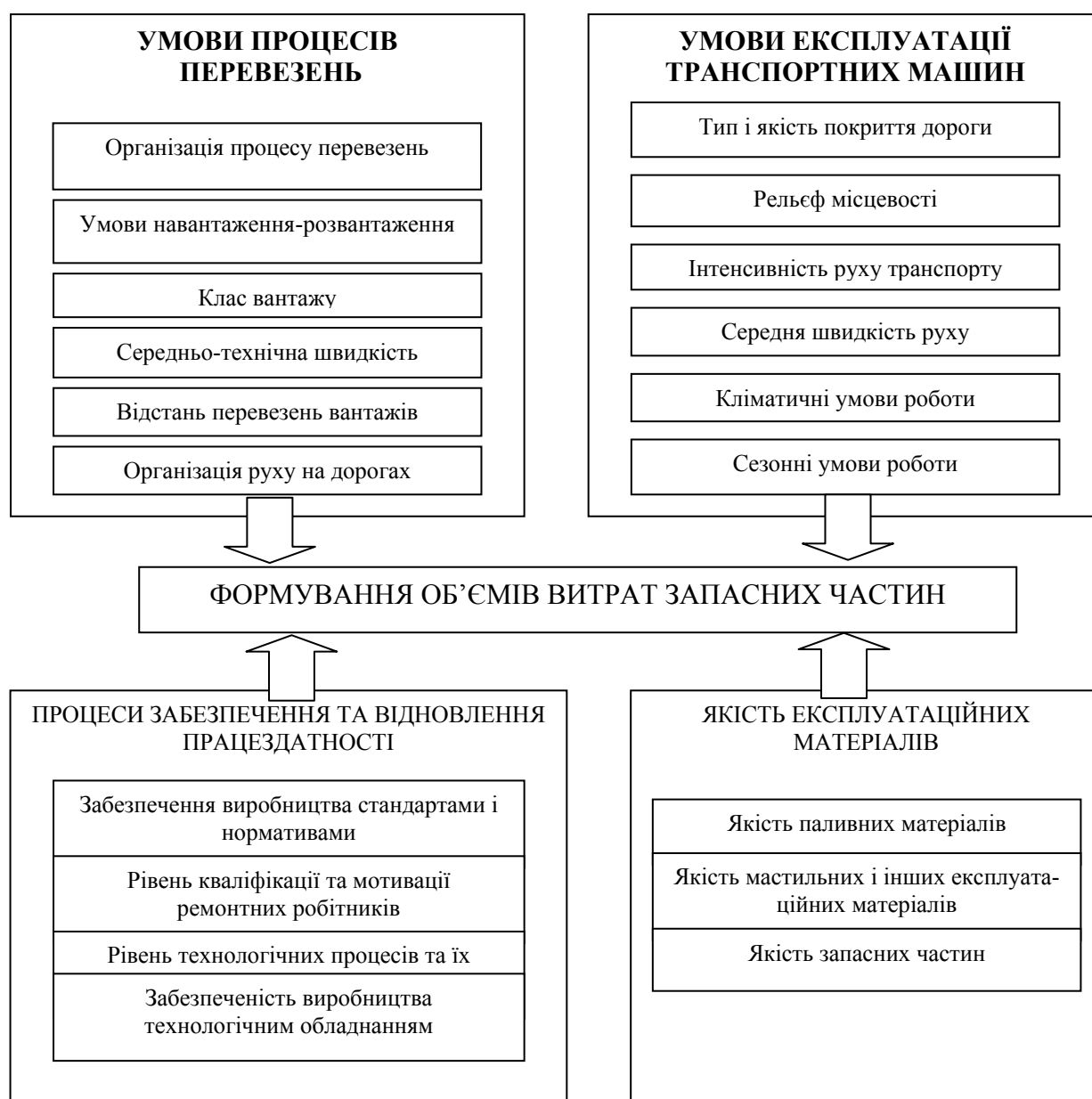


Рис. 1. Схема формування витрат запасних частин підприємством

При плануванні застосовуються укрупнені і номенклатурні норми.

Укрупнені норми витрат запасних частин і матеріалів в експлуатації служать для планування процесів ТО та ремонту. У середньому, за даними підприємств у витратах на поточний ремонт запасні частини складають 40-50%, а матеріали 15-20%. Зазначені норми носять галузевий характер і визначаються на підставі фактичних витрат.

Номенклатурна норма встановлює середні витрати запасних частин (щодо кожної деталі) у штуках на 100 автомобілів на рік. У загальному випадку норма витрати запасних частин (H) визначається з використанням ведучої функції потоку заміни відповідної деталі $\Omega(t)$ [6]:

$$H = \frac{\Omega(t)}{t} \cdot 100, \quad (1)$$

де t – тривалість періоду нормування, для якого отримане значення $\Omega(t)$.

Для оцінки фактичної витрати та норм застосовуються наближені методи [6].

Перший метод передбачає нормування щодо ресурсу до першої заміни:

$$H_I = \frac{L_p}{\eta L_1}, \quad (2)$$

де L_o – річний пробіг автомобіля;

L_1 – ресурс до першої заміни деталі;

η – коефіцієнт відновлення ресурсу.

Основою другого методу є число заміни деталі за термін служби t_a автомобіля:

$$H_{II} = \frac{100}{\eta} \left(\frac{L_p}{L_1} - \frac{1}{t_a} \right). \quad (3)$$

Відповідно до третього методу, нормування відбувається у відповідності до числа заміни з урахуванням варіації ресурсу деталі v . Для деталей з ресурсом, порівняним із середньорічним пробігом автомобіля L_o , середня норма витрати визначається за повний термін служби [6]:

$$H_{III} = \left[\frac{L_p \cdot t_a - L_1}{\eta L_1} + 0.5 \left(\frac{v^2}{\eta} + 1 \right) \right] \cdot \frac{100}{t_a}. \quad (4)$$

Витрати запасних частин залежать від умов експлуатації автомобілів і зростають при скороченні ресурсу деталей. Таким чином, для визначення норм витрат необхідна інформація про надійність деталей, транспортні та експлуатаційні умови, інтенсивність експлуатації.

На багатьох підприємствах впроваджено систему безперервного оперативно-виробничого планування, яка дозволяє за допомогою картотеки пропорційності визначити забезпеченість деталями того чи іншого найменування в будь-який момент.

Забезпеченість запасними частинами у днях $Z_{дн}$ можна розрахувати за формулою:

$$Z_{дн} = \frac{m_o - x_{cm}}{Q_o}, \quad (5)$$

де m_o – число деталей, які є на складі;

x_{cm} – страховий запас деталей;

Q_o – їхні добові витрати.

Страховий запас деталей потребує глибокого обґрунтування. Додові витрати деталей легко визначити за формулою:

$$Q_d = N_d \cdot n_a \cdot K_{зм}, \quad (6)$$

де N_d – добова програма ремонту транспортних машин або агрегатів;

n_a – число деталей у машині одного найменування;

$K_{зм}$ – коефіцієнт змінності деталі.

Для успішного функціонування підприємства важливо реалізувати ефективну систему управління забезпеченням запасними частинами, що дозволить зробити роботу підприємства прибутковою. Для досягнення цієї мети перед службою забезпечення ставиться задача визначення номенклатури запасних частин, обґрунтування термінів зберігання запасів, максимально наближуючись до системи Just-In-Time (точно-вчасно), і позбавлення від застарілих запасів і таких, що повільно реалізуються.

На підприємстві доцільно використовувати змішану систему поповнення запасів ресурсів: постачання із фіксованим розміром партії запасних частин і з фіксованим інтервалом часу між постачанням.

Логістична концепція методології забезпечення підприємства запасними частинами передбачає системне моделювання виробництва транспортних послуг і його матеріального забезпечення з урахуванням технічного стану транспортних машин і факторів, що впливають на нього.

Особливою задачею є оптимізація номенклатури запасних частин, які знаходяться на складі матеріальних запасів підприємства.

Під номенклатурою запасних частин розглядається перелік найменувань елементів автомобіля, складених у визначеній послідовності у відповідності до технічної документації підприємств-виробників.

Визначення номенклатури запасів можна робити за допомогою відомого методу ABC [3]. Відповідно до даного методу номенклатура деталей автомобіля поділяється на три групи А, В, С: перша група А – деталі високого попиту, В – середнього та С – деталі незначного попиту.

Графічний метод отримання розподілу номенклатури запасних частин за групами проводиться на базі єдиного вартісного показника, який враховує основні види витрат, пов'язаних з i -ю запасною частиною. Даний показник розраховується для кожної деталі за формулою:

$$C_i = M_i \cdot (C_{зчi} + C_{mbi} + C_{ni}), \quad (7)$$

де M_i – кількість i -х деталей, витрачених за визначений інтервал часу, шт.;

$C_{зчi}$ – оптова вартість i -ї деталі, грн.;

C_{mbi} – вартість трудовитрат на заміну i -ї деталі, грн.;

C_{ni} – втрати прибутку підприємства, пов'язані з простоем автомобіля в ремонті, грн.

Значення параметру M_i визначається за формулою:

$$M_i = \frac{L_u}{l_p}, \quad (8)$$

де L_u – пробіг автомобіля за цикл, тис. км;

l_p – ресурс деталі, тис. км.

Значення параметру C_{ni} визначається за формулою:

$$C_{ni} = t_{npi} \cdot \Pi_z, \quad (9)$$

де t_{npi} – час простою автомобіля в ремонті, год.;

Π_z – прибуток підприємства з одного автомобіля за годину роботи, грн/год.

Отримані значення C_{ni} піддаються ранжуванню в спадній послідовності

$$C_a \geq C_b \geq \dots \geq C_i \geq \dots \geq C_m, \quad (10)$$

де m – номенклатура деталей.

Після цього відбувається присвоєння нових індексів: $a = 1, b = 2, \dots, m = N$,

$$C_1 \geq C_2 \geq \dots \geq C_i \geq \dots \geq C_N. \quad (11)$$

Для зручності розрахунків упроваджуються відносні величини розглянутих вартісних показників q_i (у відсотках):

$$q_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^N C_i} \cdot 100\%. \quad (12)$$

Величини q_i підсумовуються наростаючим підсумком $q_{\Sigma i} = \sum q_i$ і надаються у вигляді графіка.

При застосуванні графічного методу (рис.2) на осі ординат наносяться значення $q_{\Sigma i}$, на осі абсцис – індекси $1, 2, \dots, i, N$, які відповідають привласненим номерам позицій номенклатури запасних частин. Точки на графіку з'єднуються плавною кривою OO' , що у загальному випадку є опуклою. Потім проводиться дотична LM до кривої OO' паралельно прямій OD . Пряма OD відповідає рівномірному розподілові витрат по всій номенклатурі.

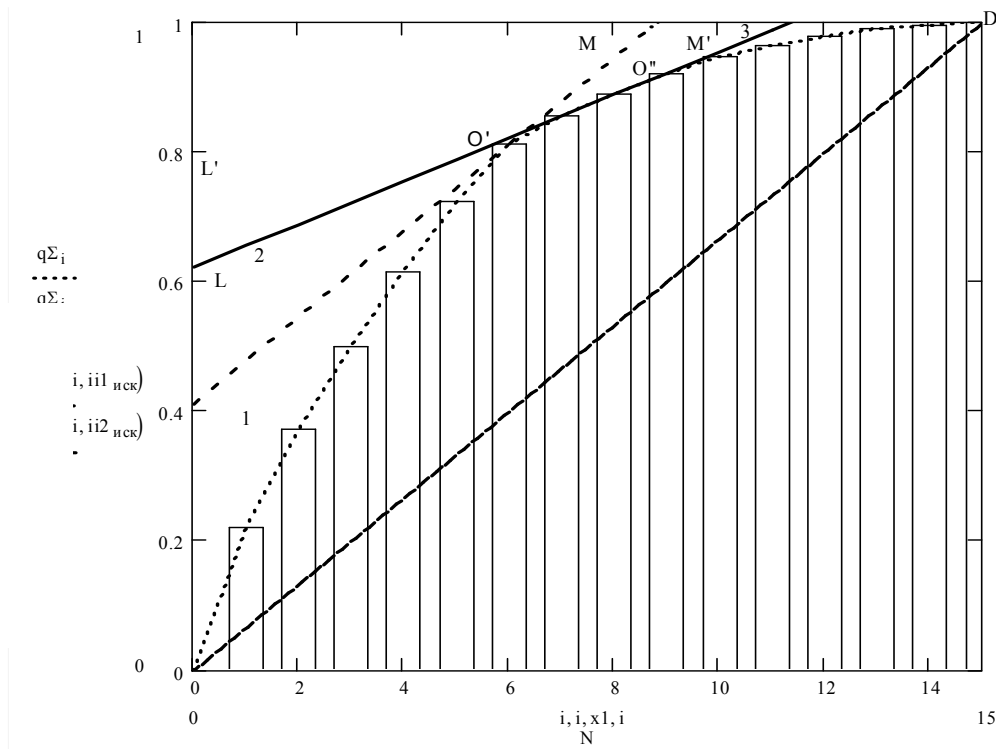


Рис. 2. Визначення номенклатурних груп запасних частин

Абсциса точки дотику O' , округлена до найближчого цілого значення, відокремлює від усієї номенклатури деталей першу групу N_A (група А).

Далі, з'єднавши точку O' із точкою D, проводимо дотичну до кривої $O'O''D$, рівнобіжну прямій $O'D$.

Абсциса дотику точки O'' поділяє номенклатуру деталей, що залишилися, також на дві групи — В і С.

Якщо крива $O'O''D$ не опукла, то неможливо визначити жодної з груп деталей.

Для обліку випадкового характеру зміни технічного стану автомобілів і, відповідно, витрат запасних частин окремі складові моделі нормування моделюються на ЕОМ. Для цього використовуються статистичні дані, отримані на підприємстві, і пакет програм MathCAD 2001.

Числові характеристики цих випадкових величин доцільно моделювати за методом статистичних випробувань (метод Монте - Карло).

При моделюванні застосовується метод Наймана – один з найуніверсальніших засобів отримання псевдовипадкових величин з заданим законом розподілу.

У програмі MathCAD 2001 розігрування виконується завдяки функції:

$$rnorm(N, \mu, s), \quad (13)$$

де N – кількість разів програвання;

μ – математичне очікування випадкових величин;

s – середнє квадратичне відхилення.

Моделювання щодо визначення номенклатурних груп АВС доцільно проводити за алгоритмом (рис. 3).

Для отримання достовірних даних для нормування витрат запасних частин, а також для забезпечення необхідної точності експериментальних досліджень необхідна налагоджена система збирання та обробки статистичної інформації.

Під час збирання вихідних даних використовуються карти обліку рухомого складу, накладні документи, характеристики перевізних процесів та контрольні вимірювання.

Для кожного автомобіля необхідно отримати такі дані: час у наряді, час простою автомобіля в ремонті t_{npri} , пробіг автомобіля до заміни i -ї запасної частини l_{cpi} , їх середньоквадратичні відхилення σ_{np} , σ_l . Із звітних даних АТП визначається балансовий прибуток за рік.

Пробіг автомобіля до заміни i -ї деталі розподіляється за нормальним законом розподілу випадкової величини з коефіцієнтом варіації $v = 0,25 - 0,28$.

Методом Монте-Карло розігрується l_i , t_{npri} .

Первинна обробка даних полягає в тому, що на основі законів розподілу відповідних показників визначаються їх математичні очікування, які характеризують вибіркове середнє значення.

При розробці моделі забезпечення підприємства запасними частинами виявлено, що змінні M_i та C_{ni} мають випадковий характер. Їх значення доцільно визначати за методом статистичних випробувань (методом Монте-Карло).

Висновки

Результати моделювання і досліджень експлуатаційної надійності автомобілів в різних умовах роботи показали, що є обмежена кількість деталей, які частіше за інших виходять з ладу і тим самим визначають трудові та матеріальні витрати на підтримання автомобілів у працездатному стані. Такі деталі лімітують надійність автомобілів, їх необхідно зберігати на складі підприємства. Величину запасів необхідно оптимізувати.

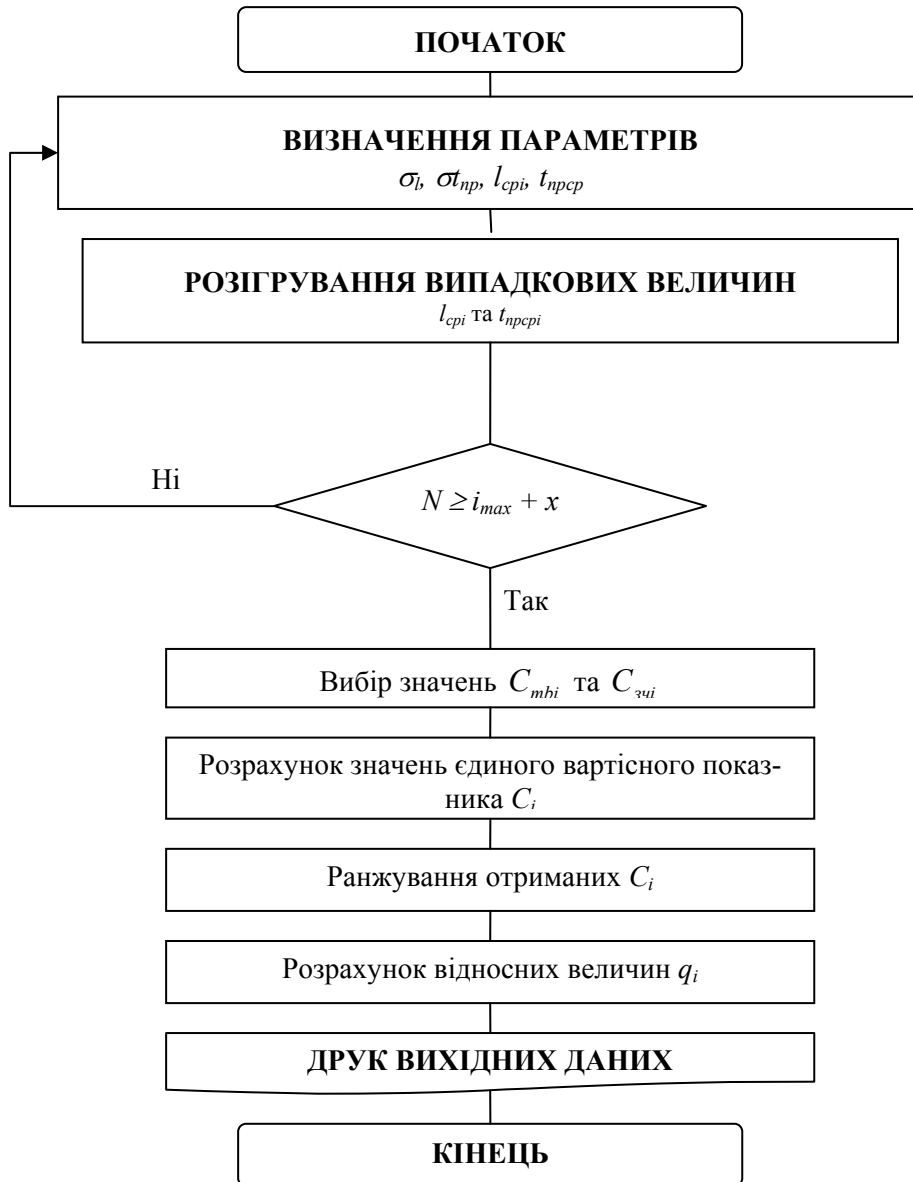


Рис.3. Блок-схема моделювання необхідної кількості запасних частин

Список літератури

1. Говорущенко Н. Я. Техническая эксплуатация автомобилей. - Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. Ун-те. - 1984. - 312 с.
2. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: Учебник: В 3 кн. / В.Е. Канарчук, А.А. Лудченко, И.П. Курников, И.А. Луйк. - К.: Вища школа, 1991. - Кн. 1. - 359 с.; Кн. 2. - 406 с.
3. Лукинський В. С., Бережной В. И., Бережная Е. В., Цвиринько И. А. Логистика автомобильного транспорта: концепция, методы, модели. - М.: Финансы и статистика, 2000. - 280 с.
4. Управление автосервисом: Учебное пособие для вузов / Под общ. ред. проф. Л. Б. Миротина. - М.: Экзамен, 2004. - 320 с.
5. Всеобщее управление качеством: Учебник для вузов / О. П. Глудкин, Н. М. Горбунов, А. И. Гуров, Ю. В. Зорин / Под ред. О. П. Глудкина. - М.: Радио и связь, 1999. - 600 с.
6. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин и др.; Под ред. Е.С. Кузнецова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1991. - 413 с.

© Мастепан М.А., Ясинський В.М.; Солдатов Р.С., 2005