

УДК 629.113.004

ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОСТІ ЗБЕРІГАННЯ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН НА СКЛАДІ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Кравченко О.П., Верительник Є.А.

DETERMINE WHETHER STORAGE OF SPARE PARTS IN STOCK TRUCKING COMPANIES

Kravchenko O., Veritelnik E.

Запропонований критерій визначення необхідності зберігання запасних частин на складі автотранспортного підприємства або замовлення її в разі відмови на основі коефіцієнта технічної готовності парку. Наведено результати перевірки запропонованого методу на конкретному прикладі автотранспортної компанії з експлуатації автомобільних поїздів на міжнародних маршрутах вантажних перевезень

Ключові слова: автомобільний транспорт, автопарк, запасні частини, склад, критерій, технічна готовність.

Вступ. Надійна робота автотранспортного підприємства і підтримка рухомого складу в працездатному стані забезпечується фондом запасних частин, розмір і номенклатура якого грають важливу роль в собівартості перевезень. З урахуванням обмеженості фінансових ресурсів підприємства існує гостра проблема в доцільності зберігання тих або інших деталей на складі підприємства. Розробка критерію, що дозволяє визначити доцільність зберігання тієї або іншої деталі, дозволить економити ресурси підприємства, якщо в основі цього критерію лежатимуть показники якості роботи підприємства.

Огляд літератури. Розрахунок кількості та переліку фонду запасних частин на підприємствах автотранспорту є актуальним завданням. Для цього пропонується багато методик розрахунку, заснованих на середньому ресурсі деталей [1], на обліку різних експлуатаційних чинників, таких як дорожні умови, використання автомобілів з причепами, співвідношення в структурі парку між новими автомобілями, й тими, що пройшли капітальний ремонт, збільшення довговічності автомобілів, культуру експлуатації парку, природно-кліматичні умови, в яких експлуатується автопарк та ін. [2, 3, 4]. Нові підходи прогнозування потреби запасних частин на основі гібридних нейронних мереж за допомогою статистичних даних розглянуто у роботі [5]. Фактори впливу процесів управління запасами матеріальних ресурсів розглянуто у роботі [6]. При формуванні складу запасних частин також необхідно враховува-

ти планові витрати на деталі, необхідні для проведення технічного обслуговування і планових замін, такі як гальмівні колодки, акумулятори, шини та ін. Звідси витікає, що методика повинна враховувати обмеженість фінансових ресурсів доступних на підприємстві для підтримки складу запасних частин і ефективно розподіляти ці ресурси на планові ремонти і резерв запасних частин для позапланових замін, принцип визначення, номенклатура і кількість яких принципово відрізняється.

Постановка задачі та обґрунтування необхідності дослідження. Однією із істотних характеристик якості роботи автотранспортного підприємства є коефіцієнт технічної готовності (автомобіля), який визначається по деталі i -го типу як відношення часу справної роботи до суми часу справної роботи і вимушених простоїв автомобіля, взятих за один і той же календарний термін [7]:

$$k_i = \frac{t_{\text{іробоч}}}{t_{\text{іробоч}} + t_{\text{іремонт}}},$$

де час ремонту $t_{\text{іремонт}}$ включає як власне час, необхідний для ремонту $t_{\text{іремонт}}^*$ автомобіля, так і час чекання доставки деталі $t_{\text{іождан}}$. Тобто

$$k_i = \frac{t_{\text{іробоч}}}{t_{\text{іробоч}} + t_{\text{іремонт}}^* + t_{\text{іождан}}}, \quad (1)$$

Враховуючи випадкову природу величин $t_{\text{іремонт}}^*$, $t_{\text{іождан}}$ і $t_{\text{іробоч}}$, приймаються як середні (по всіх автомобілях даного типу) значення у вираженні для коефіцієнта k_i . Причому коефіцієнт готовності всього автомобіля k визначається за принципом «слабкої ланки», тобто як

$$k = \min_{0 \leq i \leq n} k_i \quad (2)$$

Оцінимо вплив часу чекання $t_{\text{іождан}}$ на коефіцієнт готовності. Введемо наступні позначення

$$k_i^0 = \frac{t_{\text{ірабоч}}}{t_{\text{ірабоч}} + t_{\text{іремонт}}^*},$$

$$\Delta k_i = k_i - k_i^0 = \frac{t_{\text{ірабоч}}}{t_{\text{ірабоч}} + t_{\text{іремонт}}^* + t_{\text{іождан}}} - \frac{t_{\text{ірабоч}}}{t_{\text{ірабоч}} + t_{\text{іремонт}}^*} =$$

$$= \frac{t_{\text{ірабоч}} t_{\text{іождан}}}{(t_{\text{ірабоч}} + t_{\text{іремонт}}^* + t_{\text{іождан}})(t_{\text{ірабоч}} + t_{\text{іремонт}}^*)}.$$

Тоді відносна зміна коефіцієнта готовності визначається як

$$\frac{\Delta k_i}{k_i^0} \cdot 100\% = \frac{t_{\text{іождан}}}{t_{\text{ірабоч}} + t_{\text{іремонт}}^* + t_{\text{іождан}}} \cdot 100\%.$$

Враховуючи, що $t_{\text{іремонт}}^* \square t_{\text{ірабоч}}$, для реальних значень $t_{\text{іождан}} = 336$ (годин) і $t_{\text{ірабоч}} = 9333$ (години) отримуємо

$$\frac{\Delta k_i}{k_i^0} \cdot 100\% \approx 3,4\%.$$

Попередній розрахунок показує, що відсутність деталі на складі може вносити значиму зміну коефіцієнта готовності і, тим самим, порушувати прийняте на практиці обмеження $k \geq 0,86$. Тому виникає завдання вироблення критерію, який відображає зберігання деталі даного типу на складі, тим паче, що реальний час $t_{\text{іождан}}$ може сильно відрізнятися від нормативного.

На прикладі використання автомобілів-тягачів Mercedes-Benz Astros 1844 LS в кількості 160 автомобілів за 2013 рік отримано зміни коефіцієнта технічної готовності парку. Значення k визначалося по середнім значенням $t_{\text{іремонт}}^*$, $t_{\text{іождан}}$ і $t_{\text{ірабоч}}$ для всіх автомобілів.

Як критерій вибору типу запасної частини для зберігання розглянуто величину добутку $\mu_i = p_i t_{\text{іождан}}$, де p_i – вірогідність відмови i -ої деталі за деякий проміжок часу, виражений в тих же одиницях, що і $t_{\text{іождан}}$. (Наприклад, p_i – вірогідність відмови за одну годину, якщо час $t_{\text{іождан}}$ виражений в годинах). Вибір саме цієї величини обумовлений тим, що навіть при великій вірогідності

відмови деякої деталі, але при малому часі доставки деталі не виникає необхідності в її зберіганні. З іншого боку, при малій вірогідності відмови і великому часі чекання, величина $p_i t_{\text{іождан}}$ знову може виявитися досить малою, але такі деталі зазвичай вимагають зберігання на складі із-за великого часу їх доставки.

Тому виникає завдання визначення граничного значення для величини μ_i , перевищення якої буде критерієм необхідності зберігання деталі на складі.

Матеріали і результати дослідження. На практиці прийнято вважати коефіцієнт готовності допустимим, якщо він задовольняє умові $k \geq 0,86$. Згідно (2), це означає, що повинне виконуватися умова $k_i \geq 0,86$ для всіх $i = 1, 2, \dots, n$. Тоді з (1) отримуємо

$$k_i = \frac{t_{\text{ірабоч}}}{t_{\text{ірабоч}} + t_{\text{іремонт}}^* + t_{\text{іождан}}} = \frac{p_i t_{\text{ірабоч}}}{p_i t_{\text{ірабоч}} + p_i t_{\text{іремонт}}^* + p_i t_{\text{іождан}}} =$$

$$= \frac{p_i t_{\text{ірабоч}}}{p_i t_{\text{ірабоч}} + p_i t_{\text{іремонт}}^* + \mu_i} \geq 0,86.$$

Таким чином

$$\mu_i \leq \frac{p_i(0,14t_{\text{ірабоч}} - 0,86t_{\text{іремонт}}^*)}{0,86} \quad (3)$$

Якщо для деякого значення $i = 1, 2, \dots, n$ виконана умова (3), деталь i -го типу не потребує зберігання на складі.

Крім того, ця нерівність має бути справедлива, якщо відмовить i -та деталь хоч би в одного з автомобілів даного типу. Значить, умова, при якій i -ту деталь не потрібно зберігати на складі за наявності N автомобілів даного типу, має наступний вигляд:

$$t_{\text{іождан}}(1 - (1 - p_i)^N) \leq \frac{p_i(0,14t_{\text{ірабоч}} - 0,86t_{\text{іремонт}}^*)}{0,86} \quad (4)$$

Заміна нерівності (3) на нерівність (4) обумовлена тим, що оскільки $0 \leq 1 - p_i \leq 1$, то $1 - p_i \geq (1 - p_i)^N$ для $N > 1$. Це означає, що

$$p_i = (1 - (1 - p_i)) \leq (1 - (1 - p_i)^N).$$

Тому, якщо виконана нерівність (4), то виконана і нерівність (3) для кожного автомобіля.

Для спрощення запису введемо позначення $\mu_i^N = t_{\text{іождан}}(1 - (1 - p_i)^N)$. Тоді нерівність (4) набуває вигляду:

$$\mu_i^N \leq \frac{p_i(0,14t_{\text{ірабоч}} - 0,86t_{\text{іремонт}}^*)}{0,86} \quad (5)$$

і є умовою, при виконанні якого деталь i -го типу не потребує зберігання на складі за наявності N автомобілів даного типу.

Відмітимо, що на практиці $t_{\text{ірабоч}}$ у багато разів більше $t_{\text{іремонт}}^*$ [8] і тому права частина нерівності (5) завжди позитивна.

Розглянемо алгоритм розрахунку параметрів, що входять в критерій визначення типу деталей, призначених для зберігання, згідно з даними, отриманими за спостереженнями.

Визначення часу справної роботи автомобіля $t_{\text{ірабоч}}$ як середнього часу між двома поломками деталі i -го типу.

Час $t_{\text{ірабоч}}$ визначається як відношення середнього пробігу між двома поломками деталі i -го типу до середньої експлуатаційної швидкості, визначуваної по бортовому комп'ютеру автомобіля. Тобто

$$t_{\text{ірабоч}} = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \frac{1}{k_m} \sum_{j=0}^{k_m} \frac{1}{v_{mj}^{\text{середн}}} L_{mj}, \quad (6)$$

де L_{mj} - пробіг m -го автомобіля між j -ої і $j+1$ -ої відмовами деталі i -го типу

$j = 0, 1, 2, \dots, k_m$; $v_{mj}^{\text{середн}}$ - середня експлуатаційна швидкість на пробігу L_{mj} ; M - число автомобілів, у яких фіксувалися відмовами деталі i -го типу.

Час ремонту $t_{\text{іремонт}}^*$ середній заміряний час в реальних умовах.

Час $t_{\text{іождан}}$ визначається як середній час очікування між замовленням і доставкою деталі, що розраховується, на підприємство тільки якщо деталі цього типу відсутні на складі. У разі наявності цієї деталі на складі $t_{\text{іождан}} = 0$.

Вірогідність p_i визначається як

$$p_i = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \frac{v_m^{\text{середн}} k_m}{L_m}, \quad (7)$$

де L_m - пробіг m -го автомобіля за весь час спостереження; k_m - кількість відмов i -ої деталі за цей час; $v_m^{\text{середн}}$ - середня експлуатаційна швидкість m -го автомобіля за весь час спостереження, $m = 1, 2, \dots, M$ і M - число автомобілів, у яких фіксувалися поломки деталі i -го типу.

За результатами виконаних розрахунків дослідженої групи автомобілів було отримано дані (таблиця), в яких за результатами нерівності (5) було зроблено висновки про доцільність зберігання запасних частин на складі автотранспортного підприємства.

Таблиця

Результати розрахунків визначення доцільності зберігання деталей автомобілів-тягачів Mercedes-Benz Actros 1844 LS

| Деталь | Час доставки, годин | Вартість, грн. | Вірогідність відмови | Доцільність |
|---------------------------------|---------------------|----------------|----------------------|--------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Паливний бак та його елементи | 168 | 25969,8 | 0,0000079 | не зберігати |
| Гільзи ДВЗ | 24 | 8131,26 | 0,0000319 | не зберігати |
| Датчик кількості обертів | 24 | 2041,80 | 0,0000382 | не зберігати |
| Термостат | 1 | 276,72 | 0,0000536 | не зберігати |
| Гальмівний шланг | 1 | 748,98 | 0,0000540 | не зберігати |
| Підшипник генератора | 24 | 1136,04 | 0,0000578 | не зберігати |
| Ролик натягувача | 24 | 2573,52 | 0,0000620 | не зберігати |
| Диск гальмівний | 24 | 3482,46 | 0,0000645 | не зберігати |
| Підшипники ступиці | 1 | 2363,28 | 0,0000646 | не зберігати |
| Пневморесора | 24 | 5243,04 | 0,0000666 | не зберігати |
| Розетка ABS | 1 | 2583,54 | 0,0000684 | не зберігати |
| Гайка хвостовика заднього моста | 1 | 317,46 | 0,0000765 | не зберігати |
| Кришка клапанів | 24 | 458,52 | 0,0000484 | зберігати |
| Наконечник поперечної тяги | 24 | 1725,48 | 0,0000495 | зберігати |
| Реле втягуюче | 72 | 3575,58 | 0,0000516 | зберігати |
| Суппорт | 336 | 30235,56 | 0,0000531 | зберігати |

Продовження табл.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------------|-----|----------|-----------|-----------|
| Радіатор | 336 | 12458,16 | 0,0000546 | зберігати |
| Реле регулятора напруги | 24 | 1167,42 | 0,0000569 | зберігати |
| Датчик рівня пола | 24 | 2037,72 | 0,0000576 | зберігати |
| Шланг гідропідсилувача | 24 | 513,84 | 0,0000578 | зберігати |
| Форсунки | 336 | 16458,72 | 0,0000587 | зберігати |
| Редуктор заднього моста | 336 | 10625,00 | 0,0000588 | зберігати |
| Корзина зчеплення | 336 | 28580,52 | 0,0000597 | зберігати |
| Модуль управління гальмами | 336 | 22313,34 | 0,0000600 | зберігати |
| Датчик ABS | 24 | 1071,96 | 0,0000613 | зберігати |
| Комплект ЦПГ | 24 | 8808,84 | 0,0000618 | зберігати |
| Диск зчеплення | 24 | 2599,00 | 0,0000634 | зберігати |
| Підшипник вижимний | 24 | 6920,88 | 0,0000659 | зберігати |
| Насос підйому кабіни | 24 | 5738,7 | 0,0000662 | зберігати |
| Тяга поперечна | 24 | 6798,18 | 0,0000667 | зберігати |
| Маховик двигуна | 168 | 6869,34 | 0,0000670 | зберігати |
| Стартер | 24 | 22010,16 | 0,0000671 | зберігати |
| Наконечник повздовжньої тяги | 24 | 1300,38 | 0,0000672 | зберігати |
| Ремінь генератора | 24 | 838,62 | 0,0000675 | зберігати |
| Розпилувач форсунки | 72 | 1083,78 | 0,0000679 | зберігати |
| Тяга повздовжня | 24 | 3067,14 | 0,0000689 | зберігати |
| Хрестовина карданного вала | 24 | 7423,56 | 0,0000694 | зберігати |
| Кільця поршневі | 24 | 2033,58 | 0,0000695 | зберігати |
| Сайлентблоки | 24 | 2313,90 | 0,0000712 | зберігати |
| Втулка торсіона кабіни | 24 | 873,66 | 0,0000720 | зберігати |
| Піддон ДВЗ | 24 | 12466,50 | 0,0000733 | зберігати |
| Паливний насос | 24 | 16458,72 | 0,0000739 | зберігати |
| Гайка колісна | 24 | 108,00 | 0,0000743 | зберігати |
| Кабель EBS | 24 | 4149,54 | 0,0000745 | зберігати |
| Джойстик управління КПП | 24 | 2717,64 | 0,0000751 | зберігати |
| Вентилятор з приводом | 24 | 17937,84 | 0,0000755 | зберігати |
| Турбокомпресор та ущільнювачі | 336 | 18392,94 | 0,0000773 | зберігати |
| Блок управління КПП | 336 | 15754,08 | 0,0000786 | зберігати |
| Сальник хвостовіка | 24 | 746,10 | 0,0000806 | зберігати |
| Датчик кута повороту | 336 | 11047,02 | 0,0000813 | зберігати |
| Форсунка омивача | 24 | 1083,78 | 0,0000817 | зберігати |
| Сальники | 24 | 319,38 | 0,0000838 | зберігати |
| Ремкомплект тахографа | 168 | 765,78 | 0,0000860 | зберігати |
| Блок EBS | 336 | 20744,70 | 0,0000873 | зберігати |
| Гайка наконечника рульової тяги | 24 | 28,74 | 0,0000883 | зберігати |
| Датчик стоянкове гальма | 24 | 479,88 | 0,0000888 | зберігати |
| КПП | 336 | 35000,00 | 0,0000888 | зберігати |
| Генератор | 24 | 9090,60 | 0,0000891 | зберігати |
| Реостат педалі газу | 24 | 4906,44 | 0,0000923 | зберігати |
| Блок EPS (модулятор КПП) | 336 | 3816,54 | 0,0000951 | зберігати |
| Насос гідропідсилувача | 336 | 9369,24 | 0,0001032 | зберігати |
| Інтеркулер | 336 | 16076,10 | 0,0001044 | зберігати |
| Кран рівня пола кабіни | 24 | 2838,18 | 0,0001198 | зберігати |

Висновки. Запропонований критерій на основі коефіцієнта технічної готовності автопарку, вірогідності відмови, часу проведення ремонтних робіт і часу доставки деталей на підприємство з моменту замовлення, дозволяє визначати доцільність зберігання деталі, може бути використаний в методиці визначення оптимального по номенклатурі і кількості складу запасних частин автотранспортного підприємства.

Література

1. Нормы расхода автомобильных запасных частей. – М.: ЦНИИТЭН, 1970, ч. I-IV. – 295 с.
2. Лукинский В.С. Совершенствование методов расчета потребности в запасных частях к автомобильным двигателям / В.С. Лукинский, В.И. Сергеев. – Двигателестроение, 1982, №9. – С. 43-47.
3. Четкина А.А. Некоторые направления метода оптимизации показателей надежности машин / А.А. Четкина, Н.З. Гизатова // Вестник КГТУ. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. – Вып. 39. – С. 619-624.

4. Бажинов А.В. Усовершенствование методов прогнозирования потребности в запасных частях к силовым агрегатам грузовых автомобилей. Диссертация канд. техн. наук / А.В. Бажинов. - Харьков, ХНАДУ, 2011. - 180 с.
5. Тенішев В.С., Кравченко О.П., Верітельник С.А. Система прогнозування потреби запасних частин автомобілів-тягачів на основі гібридних нейронних мереж за допомогою статистичних даних / Матеріали III Міжнародної наукової конференції молодих вчених «Інженерна механіка та транспорт» (EMT-2013), 21-23 листопада 2013, м. Львів. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013, с. 38-41
6. Мастепан С.М. Аналіз процесів управління запасами матеріальних ресурсів / Матеріали Всеукраїнського науково-практичного семінару «Організація обслуговування і ремонт автомобілів», (25 квітня 2014, Миколаїв). - Миколаїв, 2014. - С. 27-28.
7. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин и др. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1991. - 413 с.
8. Кравченко А.П., Верітельник Е.А. Мониторинг расхода запасных частей автомобилей-тягачей VOLVO FH 1242. А.П. Кравченко, Е.А. Верітельник / Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. - Х.: НТУ «ХПІ». - 2014. - № 9 (1052). - С. 33-38.

References

1. Normyi rashoda avtomobilnykh zapasnykh chastey. - М.: TsNIITEN, 1970, ch. I-IV. - 295 s.
2. Lukinskiy V.S. Sovershenstvovanie metodov rascheta potrebnosti v zapasnykh chastyakh k avtomobilnyim dvigatelyam / V.S. Lukinskiy, V.I. Sergeev. - Dvigatelstroenie, 1982, №9. - S. 43-47.
3. Chechetkina A.A. Nekotorye napravleniya metoda optimizatsii pokazateley nadezhnosti mashin / A.A. Chechetkina, N.Z. Gizatova // Vestnik KGTU. - Krasnoyarsk: IPTs KGTU, 2005. - Vyip. 39. - S. 619-624.
4. Bazhinov A.V. Usovershenstvovanie metodov prognozirovaniya potrebnosti v zapasnykh chastyakh k silovym agregatam gruzovykh avtomobiley. Dissertatsiya kand. tehn. nauk / A.V. Bazhinov. - Harkov, HNADU, 2011. - 180 s.
5. Tenishev V.E., Kravchenko O.P., Veritelnik E.A. Sistema prognozuvannya potrebi zapasnykh chastin avtomobiliv-tyagachiv na osnovi gibrydnykh neyronnykh merezh za dopomogyu statistichnykh danih / Materiali III Mizhnarodnoyi naukovoї konferentsiyi molodih vchenih «Inzhenerna mehanika ta transport» (EMT-2013), 21-23 listopada 2013, m. Lviv. - Lviv: Vidavnistvo Lvivskoyi politehniky, 2013, s. 38-41.
6. Mastepan S.M. Analiz protsesiv upravlinnya zapasami materialnih resursiv / Materiali vseukrayinskogo nauko-vo-praktichnogo semlnaru «Organizatsiya obslugovuvannya i remont avtomobiliv», (25 kvitnya 2014, Mikolayiv). - Mikolayiv, 2014. - S. 27-28.
7. Kuznetsov E.S. Tehnicheskaya ekspluatatsiya avtomobiley: uchebnik dlya vuzov / E.S. Kuznetsov, V.P. Voronov, A.P. Boldin i dr. - 3-e izd., pererab. i dop.. - М.: Transport, 1991. - 413 s.

8. Kravchenko A.P., Veritelnik E.A. Monitoring rashoda zapasnykh chastey avtomobiley-tyagachey VOLVO FH 1242. A.P. Kravchenko, E.A. Veritelnik / Visnik Natsionalnogo tehchnogo universitetu «HPI». Zbirnik naukovih prats. Seriya: Avtomobile- ta traktorobuduvannya. - H.: NTU «HPI». - 2014. - № 9 (1052). - S. 33-38.

Кравченко А.П., Верітельник Е.А. Разработка критерия необходимости сбережения деталей на складе автотранспортного предприятия.

Предложен критерий определения необходимости хранения детали на складе автотранспортного предприятия или заказа ее в случае отказа на основе коэффициента технической готовности парка. Приведены результаты проверки предложенного метода на конкретном примере автотранспортной компании по эксплуатации автомобильных поездов на международных маршрутах грузовых перевозок.

Ключевые слов: автомобильный транспорт, автопарк, запасные части, склад, критерий, техническая готовность.

Kravchenko A., Veritelnik E. Development criterion the necessity of details storing or not storing on auto-enterprise .

There is an acute problem in the feasibility of storing spare parts in stock. Definition of the problem will save the company's resources. The basis of the calculation methodology criterial approach can be taken as indicators of the company. In forming the parts necessary to consider the cost of the plan details necessary for routine maintenance and replacement (lubricants, brake pads, batteries, tires, etc.). One yiz essential characteristics of quality motor company is the technical readiness coefficient cars, defined in detail and type-related as if its time to the amount of time and if its forced downtime car taken on the same calendar date.

Given the random nature values of these variables are taken as the average value in the expression for the coefficient of technical readiness. And the rate of technical readiness of the entire vehicle is determined on a "weak link".

For example, changes in technical readiness fleet Mercedes-Benz Actros 1844 LS 160 in the number of cars, the findings of the feasibility of storing spare parts in stock. The proposed method can be used in determining the optimal nomenclature and part number of spare parts.

Keywords: road transport fleet, spare parts warehouse, criterion, technical readiness.

Кравченко Олександр Петрович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоніки та управління на транспорті Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, e-mail: avtoap@ukr.net.
Верітельник Євген Анатолійович – здобувач кафедри автоніки та управління на транспорті Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

Рецензент: **Марченко Д.М.**, д.т.н., професор

Стаття подана 30.01.2015