

**Кужелович В.І.**

Національна академія Національної гвардії України

**Мельніков С.М.**

Національна академія Національної гвардії України

## **ЕКОНОМІЯ ПАЛИВА У РАЗІ ВИКОРИСТАННЯ АВТОБРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ В ПІДРОЗДІЛАХ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ ЗА РАХУНОК ВІДТВОРЕННЯ «ІДЕАЛЬНОГО» ВОДІЯ**

*Зменшення витрати палива під час експлуатації автобронетанкової техніки – важливий елемент ресурсозбереження та екології. Проблема навчання водіїв прийомів економного водіння досі достатньо не висвітлена. У разі використання автомобільної техніки в умовах інтенсивного транспортного потоку водій піддається значній кількості зорових і слухових впливів, частота яких суттєво зростає у ситуаціях, які здатні викликати непередбачені збої в управлінні технікою. Автомобільна є об'єктом управління у системі «водій–автомобіль–дорога–середовище». У зв'язку з цим економна експлуатація сучасної техніки вимагає застосування прогресивних педагогічних засобів і методів навчання водіїв.*

*Робота присвячена створенню методики відтворення «ідеального» економного водія. Спираючись на математичну модель «ідеального» водія, автори пропонують використовувати критерії оцінки майстерності водіння як елемента ресурсозбереження, а також кількісну міру майстерності економного водіння. Підготовлені рекомендації з навчання економічного водіння можна використовувати в учбових підрозділах у додатковому навчанні водіїв.*

**Ключові слова:** «ідеальний» водій, безпека дорожнього руху, майстерність водіння автомобіля, безперервна підготовка водіїв, навчання водіїв автомобілів, витрата палива, ресурсозбереження, технічний стан автомобіля, економія палива, експлуатація автомобілів, екологія, енергоефективність.

**Постановка проблеми.** Наявні методи та технічні засоби навчання не дають можливості об'єктивно оцінювати рівень економного управління АБТ у реальних дорожніх умовах і не дозволяють виробляти обґрунтовані рекомендації щодо роботи з водієм у напрямі підвищення цього рівня. Навчання водіїв навичок економного управління автомобілем через відсутність необхідної методичної та технічної оснащеності процесу навчання є не досить ефективним [3].

Виконання завдань підрозділами НГУ – складний виробничий процес за участю особового складу, автомобілів, дорожніх споруд та облаштувань, доріг та бездоріжжя, він вносить низку істотних недоліків у використанні АБТ [12]:

– керувати технікою значно складніше в колоні, по польових дорогах і бездоріжжю;

– маневреність автопоїздів, засобів рухомості озброєння, бронетранспортерів гірша, ніж у одиночного автомобіля внаслідок того, що водій керує дуже масивним снарядом, який на швидкості пручається повороту, але головне – швидко не зупиняється;

– виконання СБЗ вимагає від водіїв великої витрати часу, моральних і фізичних сил, що приводить до швидкої втоми водіїв.

Одним із напрямів вирішення проблеми є вдосконалення методів та засобів навчання водіїв АБТ і створення методики відтворення «ідеального» економного водія. Однак наведені показники і характеристики не дозволяють оцінити кваліфікацію водія у разі використання АБТ у підрозділах НГУ, а у відомій науково-технічній літературі відсутні показники оцінки якостей водія. Тому виникла проблема у необхідності розробки показника, що дозволить оцінити модель «ідеального» водія.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Питанням економії палива присвячено безліч наукових робіт, більшість з яких пропонують заходи на стадіях проектування і виробництва автомобілів, а також стосуються впливу технічного стану автомобіля на витрату палива.

Якщо питання впливу технічного стану автомобіля на витрату палива в галузевій літературі докладно і всебічно розглянуто [2; 5; 8; 9; 11; 12], то проблема навчання водія прийомів еко-

номічного водіння досі достатньо не висвітлена. Вивчення водійської майстерності і виявлення ролі водія у забезпеченні економного водіння показано у роботах [3; 4; 6; 7; 10].

Об'єктивні чинники, для яких передбачено нормативне підвищення витрати палива, наводяться в керівних документах [1]. У рамках цієї роботи пропонуються рішення, що дозволяють знизити витрату палива у разі планування заходів з навчання водіїв та організації роботи технічної служби.

**Мета статті** – розробка комплексного показника оцінки «ідеального» водія.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Головними факторами, що впливають на якість «ідеального» водія, будемо вважати: безпеку керування АБТ; ступінь помилкового виконання розгонів та гальмувань АБТ; ступінь помилкового виконання поворотів; рівень профмайстерності водія з погляду ефективності перевезень; рівень економічності керування транспортним засобом.

З урахуванням розглянутого визначення і умов використання АБТ у частинах і підрозділах НГУ пропонується оцінювати кваліфікацію водія комплексним показником – узагальненим коефіцієнтом «ідеального» водія  $K_{ив}$ , який визначається таким чином:

$$K_{ив} = K_{БК} \cdot K_{ПРГ} \cdot K_{ПП} \cdot K_n \cdot K_{ЕК} \quad (1)$$

де  $K_{БК}$  – коефіцієнт безпеки керування АБТ;

$K_{ПРГ}$  – коефіцієнт оцінки ступеня помилкового виконання розгонів та гальмувань АБТ;

$K_{ПП}$  – коефіцієнт помилкового виконання поворотів;

$K_n$  – коефіцієнт оцінки рівня профмайстерності водія з погляду ефективності перевезень;

$K_{ЕК}$  – коефіцієнт оцінки рівня економічності АБТ.

Виконання вимог безпеки руху передбачає високу надійність та точність виконання водієм прийомів керування АБТ. Іншими словами, оцінити майстерність водіння з погляду безпеки можна за ступенем безпомилкового виконання водієм окремих операцій з керування АБТ. При цьому слід оцінювати діяльність водія у звичайних некритичних ситуаціях. Така установка вибрана тільки тому, що в реальних умовах руху практично неможливо без ризику для життя відтворити критичні дорожньо-транспортні ситуації, але й тому, що всяка помилкова дія водія якщо і не тягне за собою безпосередньо ДТП, завжди є його непрямою причиною.

Оцінюючи профмайстерність з погляду надійності, доцільно враховувати як кількість вчинених водієм помилкових дій, так і ступінь їх небезпеки, що характеризується рівнем самої помилки та обсягом її дії. Безпеку керування АБТ можна оцінювати коефіцієнтом безпеки керування АБТ  $K_{БК}$ , який визначається за виразом:

$$K_{БК} = \frac{K_n + K_{ра_x} + K_{ра_y}}{3}, \quad (2)$$

де  $K_n$  – коефіцієнт, який характеризує надійність (безпомилковість) роботи водія;

$K_{ра_x}$ ,  $K_{ра_y}$  – коефіцієнт, який характеризує ступінь рівномірності руху по поздовжній та поперечній осях АБТ.

Розгін та гальмування АБТ – процеси, що особливо важливі з погляду безпеки руху. Різде виконання цих маневрів створює навантаження для організму, що викликає неприємні відчуття у водія. Тому майстерність виконання водієм розгонів та гальмування доцільно оцінювати за кінцевим результатом їхніх дій, тобто за величиною прискорень (позитивних чи негативних). Оцінка проводиться за обсягом помилкових дій, тобто розгонів та гальмування, у разі виконання яких величина прискорень перевищує допустимі межі. З метою виключення надмірно жорстких умов у разі оцінки майстерності водіння водіїв встановлена гранична з погляду безпеки та комфортабельності перевезень величина поздовжніх прискорень –  $2,0 \text{ м/с}^2$ .

Пропонується формула визначення коефіцієнта оцінки ступеня помилкового виконання розгонів та гальмування АБТ –  $K_{ПРГ}$ :

$$K_{ПРГ} = \left(1 + \frac{O_{ПРГ}}{S}\right) \cdot \frac{O_{ПРГ}}{T_{ПРГ}^2 \cdot I_{прин}}, \quad (3)$$

де  $O_{ПРГ}$  – обсяг помилкових дій у разі виконання розгонів та гальмувань (з граничними прискореннями, що перевищують  $2,0 \text{ м/с}^2$ );

$T_{ПРГ} = \sum_{i=1}^{N_{ПРГ}} T_{ПРГ_i}$  – загальна тривалість руху АБТ з поздовжніми прискореннями, що перевищують  $2,0 \text{ м/с}^2$ ;

$N_{ПРГ}$  – кількість неправильно виконаних розгонів та гальмувань;

$S$  – протяжність випробувального маршруту, м;

$I_{прин} = 2,0 \text{ м/с}^2$  – встановлена припустима величина лінійних прискорень;

Обсяг помилкових розгонів-гальмувань визначається за виразом:

$$O_{ПРГ} = \sum_{i=1}^{N_{ПРГ}} \int_0^{T_{ПРГ_i}} I_{ПРГ_i,dt} \cdot \sum_{i=1}^{N_{ПРГ}} T_{ПРГ_i}, \quad (4)$$

де  $I_{ПРГ_i,dt}$  – миттєве значення поздовжнього прискорення, що перевищує  $2,0 \text{ м/с}^2$ ;

$T_{ПРГ_i}$  – тривалість і-го розгону (гальмування) з прискоренням, що перевищує  $2,0 \text{ м/с}^2$ ;

$\sum_{i=1}^{N_{ПРГ}} \int_0^{T_{ПРГ_i}} I_{ПРГ_i,dt}$  – сума інтегралів від кривих  $I_{ПРГ_i}$  за часом.

Різде виконання поперечних маневрів призводить до підвищеного зносу шин, підвищення витрати палива, створює аварійні ситуації, оскільки нерідко водій не в змозі впоратися з

керуванням, що викликає виїзд АБТ на зустрічну смугу, а за недостатніх зчпних якостей дороги – занесення і навіть перекидання. Кваліфікованого водія відрізняє вміння плавно здійснювати поперечні маневри відповідно до дорожніх умов і транспортної ситуації, що склалася. Величина поперечних (відцентрових) прискорень при цьому не повинна перевищувати  $3,0 \text{ м/с}^2$ . За аналогією з поздовжніми прискореннями коефіцієнт оцінки ступеня помилкового виконання поворотів пропонується оцінювати за формулою:

$$K_{\text{пп}} = \left(1 + \frac{O_{\text{ппм}}}{S}\right) \cdot \frac{O_{\text{ппм}}}{T_{\text{п}}^2 \cdot I_{\text{пріпп}}}, \quad (5)$$

де  $O_{\text{ппм}}$  – обсяг помилкових дій у разі виконання поперечних маневрів;

$$T_{\text{п}} = \sum_{i=1}^{N_{\text{п}}} T_{\text{п}i}$$

– загальна тривалість руху транспортного засобу, коли поперечне прискорення перевищує  $3,0 \text{ м/с}^2$ ;  $I_{\text{пріпп}} = 3,0 \text{ м/с}^2$  – встановлена допустима величина поперечних прискорень.

$N_{\text{п}}$  – кількість неправильно виконаних поворотів.

Обсяг помилкових дій у разі здійснення поперечних маневрів визначається за виразом:

$$O_{\text{ппм}} = \sum_{i=1}^{N_{\text{п}}} \int_0^{T_{\text{п}i}} I_{\text{пріпп},dt} \cdot \sum_{i=1}^{N_{\text{п}}} T_{\text{п}i}, \quad (6)$$

де  $I_{\text{пріпп},dt}$  – миттєве значення поперечного прискорення, що перевищує  $3,0 \text{ м/с}^2$ ;

$T_{\text{п}i}$  – тривалість  $i$ -го поперечного маневру, виконаного з прискоренням, що перевищує  $3,0 \text{ м/с}^2$ ;

$\sum_{i=1}^{N_{\text{п}}} \int_0^{T_{\text{п}i}} I_{\text{пріпп},dt}$  – сума інтегралів від кривих  $I_{\text{пріпп}}$  за часом

Загальновідомим параметром оцінки продуктивності є робота, виконана в одиницю часу. Відповідно, продуктивність перевезень слід оцінювати корисною роботою, здійсненою АБТ за одиницю часу. Однак завдання оцінки профмайстерності водія з точки зору продуктивності перевезень значно спрощується, якщо як параметр, що характеризує продуктивність, прийняти середню швидкість руху АБТ. Очевидно, що за рівності інших показників АБТ зробить тим більшу корисну роботу, чим вища середня швидкість руху. Встановивши базове значення середньої швидкості руху для випробувального маршруту (на підставі його попереднього обстеження), можна оцінити продуктивність перевезень безрозмірною величиною:

$$K_n = \frac{v_{cp}}{v_{cp_0}}, \quad (7)$$

де  $K_n$  – коефіцієнт оцінки профмайстерності водія з погляду продуктивності перевезень;

$v_{cp}$  – величина середньої швидкості руху, що досягнута на маршруті водієм, якого випробуємо;  $v_{cp_0}$  – базова величина середньої швидкості руху.

Величина середньої швидкості руху визначається за виразом

$$v_{cp} = \frac{S}{T_{\text{рух}}}, \quad (8)$$

де  $S$  – протяжність маршруту, пройденого автомобілем, м;

$T_{\text{рух}}$  – час руху по маршруту, с.

Економічність керування АБТ визначається витратою технічного ресурсу його агрегатів та витратою палива. Витрата технічного ресурсу (знос) агрегатів машин залежить від цілої низки факторів. Великий вплив має режим роботи двигуна. У разі руху техніки по випробувальному маршруту професійна майстерність водія багато в чому визначає режим роботи двигуна: зміни в його роботі будуть тим плавнішими, чим вищою буде кваліфікація водія. Різко змінний режим роботи двигуна значно прискорює і зношування деталей трансмісії АБТ. Однак тут дається взнаки і вміння водія користуватися коробкою передач. Тому економічність керування АБТ з погляду витрати технічного ресурсу його агрегатів доцільно оцінювати за двома показниками: ступенем рівномірності роботи двигуна та ступенем правильності користування коробкою передач [6]. Ступінь рівномірності роботи двигуна є ступенем відхилення миттєвої частоти обертання колінчастого валу від її середнього значення. Ступінь правильності користування коробкою передач оцінюється ступенем відхилення середньозваженого передавального числа коробки від базового (для такого маршруту) його значення.

Величина витрати палива є одним із найважливіших показників ефективності транспортної роботи, вона також залежить від низки факторів. Проте за рівності факторів, що визначаються умовами перевезень, експлуатаційними якостями АБТ та дорожніми характеристиками, витрата палива визначатиметься профмайстерністю водія. Водій, у якого знання та навички з економічного керування АБТ недостатні або зовсім відсутні, не зможе досягти оптимальних показників витрати палива навіть на АБТ, що має найдосконаліше регулювання системи живлення. Для оцінки економічності керування АБТ з витрат палива пропонується коефіцієнт оцінки рівня економічності АБТ –  $K_{\text{ек}}$ .

$$K_{\text{ек}} = \frac{\sigma_{\text{н}}}{\sigma}, \quad (9)$$

де  $\sigma_{\text{н}}$  – норма витрати палива для цього маршруту, величина,  $\text{см}^3$ ;



Б – фактична витрата палива, досягнута водієм, якого випробують, під час проїзду по маршруту, см<sup>3</sup>.

Витрата палива визначається об'ємним методом за допомогою мірного бака малої ємності.

**Висновки.** На підставі теоретичних досліджень з урахуванням особливості роботи водія запропоновано оцінювати кваліфікацію водія комплексним показником – узагальненим коефіцієнтом «ідеального» водія. Витрата палива на одиницю транспортної роботи у водіїв з узагальненим коефіцієнтом «ідеального» водія 0,94–1 на 10–14%, а у водіїв з коефіцієнтом «ідеального»

водія 0,82–0,94 на 3–6% менша, ніж у водіїв з коефіцієнтом менше ніж 0,82. В абсолютних показниках водіїв з коефіцієнтом «ідеального» водія вище 0,94 на вантажному автомобілі середньої вантажопідйомності витрачає на 100 км шляху палива на 4–5 л менше, ніж водіїв з коефіцієнтом менше ніж 0,82. Висновок про рівень надійності водія давався на підставі подальшої обробки результатів обстеження. Якщо оцінка рівня надійності не досить висока, на підставі результатів обстеження надаються конкретні рекомендації щодо подальшої роботи з цим водієм.

#### Список літератури:

1. Наказ КНГУ № 900 від 27. 12. 2016 «Про затвердження Порядку організації та експлуатації автомобільної техніки, іншого майна номенклатури автомобільної служби Національної гвардії України».
2. Форнальчик Є.Ю. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навчальний посібник / Форнальчик Є.Ю., Олісевич і ін. Львів : Афіша, 2004. 492 с.
3. Фоменко О.Я., Сахно В.П., Ковальчук Г.О. та ін. Підручник водія. Київ : Літера ЛТД, 2013. 240 с.
4. Козаков Е.А. Підручник з водіння автомобіля та безпеки дорожнього руху. Видавництво «Моноліт», 2018. 330 с.
5. Разумний Ю.Т., Рухлов А.В., Прокуда В.М., Рухлова Н.Ю. Ефективне використання електроенергії та палива : навчальний посібник. М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. Донецьк : НГУ, 2014. 223 с.
6. Орієнтовна програма професійної підготовки водіїв транспортних засобів категорії «В». Затверджена наказом Міністерства освіти і науки Російської Федерації від 26 грудня 2013 р № 1408.
7. Безсмертний В.О., Дерех З.Д., Іщенко В.В. Основи керування автомобілем. Київ : Вища школа, 1996. 202 с.
8. Ногін Б.А., Бутков П.П. Економія паливно-мастильних матеріалів. Москва : Вузівська книга, 2004. 220 с.
9. Зеркалов Д.В. Використання палива та теплоенергії : довідник. Київ : Основа, 2009. 192 с.
10. Циганков Е.С. Вища школа водійської майстерності. Москва : ИКЦ «Академкнига», 2008. 400 с.
11. Смирнов О.П. Розрахунок еквівалентної витрати палива електромобілями у різних країнах / О.П. Смирнов, О.Б. Богаєвський, А.О. Смирнова. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Збірник наукових праць. Серія «Автомобіле- та тракторобудування». Харків : НТУ «ХПІ». 2013. № 29 (1002). С. 114–119.
12. Кайдалов Р.О. Шляхи удосконалення діючої системи нормування витрат пального автомобілями під час виконання службово-бойових завдань / Р.О. Кайдалов, О.П. Марценяк. *Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС України*. Харків : Акад. ВВ МВС України, 2011. Вип. 1 (17). С. 93–97.

#### **Kuzhelovich V.I., Melnikov S.M. FUEL ECONOMY WHEN USING ARMORED VEHICLES IN UNITS AND SUBDIVISIONS OF THE NATIONAL GUARD OF UKRAINE GUE TO THE REPRODUCTION OF THE “IDEAL” DRIVER**

*Reduction of fuel consumption in the operation of armored vehicles (ABT) is an important element of resource conservation and ecology. The relevance of the chosen topic is that the problem of training drivers in the techniques of economical driving is still not sufficiently covered. The study substantiates the importance of training drivers in economical driving. An algorithm for increasing fuel economy when using ABT is described. The way of realization of this algorithm which consists in informing the driver about economical driving of equipment during the period of the conditional task is offered. When using ABT in conditions of heavy traffic, the driver is exposed to a significant amount of visual and auditory influences, the frequency of which increases significantly in situations that can cause unforeseen failures in the management of equipment. ABT is the object of management in the system “driver–car–road–environment”. In recent years, there has been a continuous increase in the number of equipment and improve its speed characteristics. In this regard, the economical operation of modern technology requires the use of advanced pedagogical tools and methods of training drivers.*

*The work is devoted to the creation of a method of reproduction of the “ideal” economical driver. Based on the mathematical model of the “ideal” driver, the authors propose to use the criteria for assessing driving skills as an element of resource conservation, as well as a quantitative measure of economical driving skills. Prepared recommendations for training in economic driving can be used in training units for additional training of drivers.*

**Key words:** “ideal” driver, road safety, driving skills, continuous driver training, driver training, fuel consumption, resource saving, technical condition of the car, fuel economy, car operation, ecology, energy efficiency.