



ЕРГАТИЧНІ ОСНОВИ КОМПЛЕКСНОГО ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ОПЕРАЦІЙ

© Khabutdinov, A. R., Postgraduate Student (SE «State Road Transport Research Institute»)
THE ERGATIC BASIS OF COMPLEX INCREASING OF SAFETY AND ENERGY EFFICIENCY
OF AUTOMOTIVE TRANSPORT OPERATIONS

Анотація. Виявлено процедурну структуру процесу управління колісним транспортним засобом (КТЗ), правила алгоритмічного управління КТЗ. Розроблено ергатичну схему успішного алгоритмічного управління КТЗ, виходячи з трьох вимог: «продуктивність – траєкторна безпека – енергоефективність».

Ключові слова: автомобільний транспорт, продуктивність, траєкторна безпека, енергоефективність, нерівномірно-переривчастий рух.

Аннотация. Вывявлено процедурную структуру процесса управления колесным транспортным средством (КТС), правила алгоритмического управления КТС. Разработана эргатическая схема успешного алгоритмического управления КТС исходя из трёх требований: «производительность – траекторная безопасность – энергоэффективность».

Ключевые слова: автомобильный транспорт, производительность, траекторная безопасность, энергоэффективность, неравномерно-прерывистое движение.

Annotation. The article reveals the procedural structure of the road vehicle control process, the rules of algorithmic control of the road vehicle. The ergatic scheme of successful algorithmic control of the road vehicle is developed on the basis of three requirements: “performance – trajectory safety – energy efficiency”.

Keywords: road transport, productivity, trajectory safety, energy efficiency, non-uniformly intermittent traffic.

Вступ

Автотранспорт є сферою складної людино-машинної (ергатичної) праці та енерговитратного перевезення вантажів і пасажирів у конфліктній вулично-дорожній мережі. До транспортних операцій (ТО) висуваються три вимоги їх комплексної успішності: «продуктивності (П) – траєкторної безпеки (ТБ) – енергоефективності (ЕЕ)». Ці вимоги в ТО забезпечує продуктивний елемент автотранспорту – транспортно-ергатична система «водій –автомобіль» (ТЕСВА) на основі трудових і машинних процедур процесу управління колісним транспортним засобом (КТЗ).

У зазначеному процесі перші дві вимоги (П–ТБ) є суперечливими за процедурами регулювання швидкості КТЗ. При чергуванні небезпечних і безпечних ділянок дороги, які належать до довжини пробігу КТЗ в заданій ТО, водій поперемінно використовує безпечні та продуктивні мотивації управління КТЗ. Це призводить до мотивованого формування режимів нерівномірно-переривчастого руху ТЕСВА.

У термінах ергатичного функціонування ТЕСВА такий рух є адаптивно-дискретним і траєкторним. В результаті такого руху і виконується безаварійна ТО. Однак при цьому в ТО реалізується негативне (з погляду технологічної економічності транспор-



тування) явище експлуатаційної анергичності КТЗ (явище одночасного зниження продуктивності та енергоефективності КТЗ в зонах ЛТН)[1]. Воно характеризується значним і одночасним зменшенням величин середніх швидкостей КТЗ (в 1,5 ... 2,5 рази) і показників його енергоефективності (в 2 ... 4 рази). У зв'язку з цим актуальні ергатичні основи підвищення комплексної успішності ТО, які дають змогу модернізаційно удосконалювати процеси функціонування ТЕСВА і «безпілотних КТЗ».

Основна частина

Наразі сформовано такі умови виконання окремих вимог успішності ТО [2]. Зокрема траєкторна безпека (ТБ) ТЕСВА виконується завдяки низці чинників:

а) своєчасного виявлення візуальних ознак локально-траєкторних небезпек (ЛТН);

б) оцінки рівня складності ділянки траєкторії КТЗ для водія-оператора або для бортової інформаційно-керуючої системи КТЗ;

в) недопущення розвитку ЛТН у траєкторний інцидент (ТІ) – це подія ударного перетину траєкторії КТЗ з іншим об'єктом;

г) запобігання будь-яких можливостей реалізації механізму аварійної ТО (ЛТН → ТІ → ДТП).

Вимога продуктивності (П) ТО виконується і на основі процедур траєкторно-адекватного підвищення середньої швидкості КТЗ в ТО за відсутності візуальних ознак ЛТН. Вимога енергоефективності (ЕЕ) ТО виконується шляхом раціонального зниження показника анергичності адаптивно-дискретного руху ТЕСВА в ТО з урахуванням контролю вимог ТБ та П.

Зазначені умови комплексної успішності ТО повинні виконувати однаковою мірою як ТЕСВА, так і «безпілотний» КТЗ. Встановлено, що з урахуванням нечіткого рівня інформаційної складності ділянки траєкторії КТЗ, ТЕСВА може забезпечити три рівні успішності ТО:

а) безпечно-успішної ТО (БУТО, одна вимога ТБ);

б) функційно-успішної ТО (ФУТО, дві вимоги П і ТБ);

в) технологічно успішної ТО (ТУТО, три вимоги П, ТБ, ЕЕ).

При реалізації цих вимог водій може вибрати три види адаптивних процедур управління КТЗ: продуктивні (П–вимога), безпечні (ТБ–вимога) і енергоефективні (ЕЕ–вимога) [2].

На основі викладеного сформовано три принципи ергатично-успішного управління КТЗ:

а) принцип дистанційної оцінки нечіткого рівня інформаційної складності ділянки траєкторії руху КТЗ;

б) принцип дистанційно-завчасного вибору поведінкової установки і цілі управління КТЗ у вигляді варіанту успішності ТО (БУТО, ФУТО, ТУТО);

в) принцип дистанційно-завчасного вибору локальної тактики і алгоритму адаптивних процедур управління КТЗ.

Ці принципи повинні бути реалізовані в методах модернізаційного вдосконалення процесів управління КТЗ або «безпілотним» автомобілем як транспортним робототехнічним засобом (АТРПЗ) з урахуванням властивостей елементів ТЕСВА і АТРПЗ.

У рамках ТЕСВА водій-оператор при управлінні КТЗ реалізує низку властивостей: психофізіологічних [3], працемотиваційних і працепроцедурних[4]. До працемотиваційних належать здатності водія траєкторно-адекватно вибирати поведінкові установки і цілі управління – у вигляді варіантів рівнів ТО (БУТО, ФУТО, ТУТО).

Працепроцедурні властивості дають змогу водієві вибирати і реалізовувати шість трудових процедур водіння відповідно до вимог комплексної успішності ТО [2]. Як елемент ТЕСВА в процесі управління КТЗ реалізує чотири групи експлуатаційно-технічних властивостей автомобіля [5]: АСЕМ – складна енергоперетворювальна машина, АНОУР – небезпечний об'єкт управління рухом, АПЗ – перевізний засіб, АДМПТ – джерело машинних процедур транспортування. Множини трудових процедур водія П_т і машинних процедур КТЗ П_м мають такий вигляд:

$$\begin{aligned} P_{тi} \in (P_{т1}, P_{т2}, P_{т3}, P_{т4}, P_{т5}, P_{т6}); \\ P_{mi} \in (P_{m1}, P_{m2}, P_{m3}, P_{m4}, P_{m5}) \end{aligned} \quad (1)$$

де П_{т1}, П_{т2}, П_{т3}, П_{т4}, П_{т5}, П_{т6} – трудові процедури: сенсорно-перцептивні, розумово-аналітичні, сенсорно-темпові, передбачувальні, вирішувальні, контрольні, відповідно; П_{м1}, П_{м2}, П_{м3}, П_{м4}, П_{м5} – машинні процедури: енергоперетворюючі, трансмісійні, тягово-зчіпні (або гальмівні), траєкторно-кінетичні (формування кінетичної енергії КТЗ згідно із заданою траєкторією руху), траєкторно-орієнтаційні (вибір напрямків руху щодо траси дороги), відповідно; і – індекс виду трудових і машинних процедур водіння за їх мотиваційною спрямованістю (i=1 – продуктивні процедури, i=2 – антиінцидентні, i=3 – енергоефективні).

Процес управління КТЗ поділяється на три етапи: інформаційно-вирішувальний, моторний і контрольний. При функціонуванні ТЕСВА на першому етапі використовуються перші чотири трудові процедури водія П_{т1}, П_{т2}, П_{т3}, П_{т4}. На другому етапі – трудова процедура водія П_{т5}, (з її чотирма варіантами дій на органи управління КТЗ). За допомогою процедур П_{т5} водій регулює рівні інтенсивності ланцюжків машинних процедур КТЗ П_м. На третьому етапі водій за допомогою процедури П_{т6}



забезпечує контроль параметрів руху КТЗ (швидкості, пробіги, дистанції, прискорення, уповільнення тощо) відповідно до поставленої мети управління.

До функціонування «безпілотного» автомобіля (АТРТЗ) також висуваються три вимоги комплексної успішності ТО (П – ТБ – ЕЕ). У зв'язку з цим він наділений такими ж експлуатаційно-технічними властивостями автомобіля (АСЕМ, АНОУР, АПЗ, АДМП), а також бортовою інформаційно-керуючою системою. Під час роботи АТРТЗ ця бортова система повинна якісно і траєкторно-адекватно реалізувати всі три названих етапи управління, при цьому всі шість варіантів трудових процедур водія $П_{Т1} \dots П_{Т6}$ замінюються робото-інформаційними процедурами $П_{рi}$, які своєю чергою повинні мати аналогічні впливи на процеси адаптивно-дискретного руху АТРТЗ. Всі п'ять машинних процедур ПМ замінюються множиною робото-інформаційних ПРІ. Процес управління «безпілотним» АТРТЗ складається з траєкторно-адекватних ланцюжків робото-інформаційних $П_{рi}$ і робото-машинних процедур $П_{рМ}$ ($П_{рi}-П_{рМ}$), які за призначенням і результатами повинні бути подібні ергатичним ланцюжкам ($П_{Т}-П_{М}$).

Важливим вихідним завданням першого етапу управління КТЗ (або АТРТЗ) є оцінка нечіткого рівня інформаційної складності ділянки траєкторії КТЗ для водія. Методика вирішення цього завдання представлена нижче. На ділянці траєкторії руху КТЗ (ДТРК) водій або бортова сенсорно-інформаційна система АТРТЗ сприймають інформацію про траєкторні елементи дороги (з транспортним потоком), які є важливими для якісного виконання першого (інформаційно-вирішувального) етапу керування рухом. Важливими є два аспекти інформаційної взаємодії водія або АТРТЗ із дорожнім середовищем (операторно-дорожній інтерфейс). У першому аспекті дорога розглядається як змінна поверхня кочення для КТЗ. При цьому враховуються стани чотирьох факторів поверхні дороги: коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою, кут підйому дороги, нерівності, радіус кривої дороги. У другому аспекті – як конфліктний комунікативний канал для адаптивного руху КТЗ (або АТРТЗ). Враховуються одинадцять факторів цього каналу: кількість смуг дороги; регульоване перехрестя; нерегульоване перехрестя; кількість дорожніх знаків; зупинка громадського транспорту для водія автобуса; зупинка громадського транспорту для водіїв інших КТЗ (не автобусів); ДТРК, у яких КТЗ рухається з постійною швидкістю; ДТРК, у яких КТЗ рухається з нерівномірною швидкістю; нерегульований наземний пішохідний перехід; регульований пішохідний перехід (наземний); зона закритого огляду. В основу методу оцінки складності інформаційної взаємодії водія (або

АТРТЗ) з будь-яким елементом дороги (як поверхні та каналу руху) покладено математичну модель ентропії об'єкта (як міра неупорядкованості), яка використовується в технічній кібернетиці [6]. Ентропія фактору (міра неупорядкованості) EN визначається як:

$$EN = k \cdot \ln(n) \quad (2)$$

де n – кількість можливих (рівноймовірних) станів фактору; k – постійна величина, прийнято $k=1,5$ ($k=\log_2 1,5$).

При $n=1$ маємо $EN=0$, тобто при єдиному стані фактору його ентропія (міра неупорядкованості) нульова. Так, при $n=10$ маємо $EN=3,45$. Чим більше кількість станів n , тим вищий показник операторно-інтерфейсної складності цього фактору дороги щодо ланцюжку трьох трудових процедур водія ($П_{Т1}-П_{Т2}-П_{Т3}$) на першому етапі керування КТЗ. У методичному плані величина EN_i для i -го фактору ДТРК прирівнюється величині показника його операторно-інформаційної складності $П_{(OC)_i}$, тобто $EN_i = П_{(OC)_i}$. Зазначені інформаційні моделі, які засновані на формалізації множин станів траєкторних елементів ДТРК, є важливим способом кількісної оцінки рівня складності ДТРК. Показник сумарної операторно-інтерфейсної складності заданої ділянки траєкторії руху КТЗ $П_{OC}(\Delta l)$ довжиною Δl з урахуванням викладеного вище визначається як:

$$П_{OC}(\Delta l) = \sum П_{oci} \cdot n_{ei} + \sum П_{ocj} \cdot n_{ej} \quad (3)$$

де i – індекс факторів операторно-інтерфейсної складності взаємодії із дорогою як з поверхнею кочення; j – індекс факторів операторно-інтерфейсної складності взаємодії із дорогою як з конфліктним комунікативним каналом; n_{ei} і n_{ej} – кількість факторів i -го та j -го виду на ділянці траєкторії руху, відповідно; Δl – довжина заданої ділянки траєкторії КТЗ.

Розроблено 15 математичних моделей для оцінки складності кожного виду траєкторних елементів, які враховують їх експлуатаційний стан. Наприклад, якщо значення коефіцієнта зчеплення $\varphi=0,75$, то значення показника операторно-інтерфейсної складності $П_{(OC)_i}=0$. При $\varphi=0,4$ маємо $П_{(OC)_i}=2,25$. Як приклад, у **табл. 1** представлені розрахункові значення показників операторно-інтерфейсної складності $П_{(OC)_j}$ для різних факторів міського маршруту автобуса. При цьому прийнято, що кожен фактор виявляється один раз, тобто $n_{ei} = n_{ei} = 1$.

У **табл. 1** прийняті такі позначення: $n_{п}$ – кількість смуг дороги, $n_{пр}$ – кількість регульованих перехресть, $n_{пн}$ – кількість нерегульованих перехресть, $N_{дз}$ – кількість дорожніх знаків, $n_{з}$ – кількість зупинок громадського транспорту, V – постійна швидкість КТЗ на перегоні, $n_{пнн}$ – кількість нерегульованих пішохідних переходів, $n_{пнр}$ – кількість регу-



Таблиця 1

Розрахункові значення показників операторно-інтерфейсної складності $\Pi_{(OC)_i}$ для заданих значень факторів взаємодії із дорогою на міському автобусному маршруті

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Всього
$n_n=3$	$n_{np}=1$	$n_{nn}=1$	$N_{dz}=3$	$n_o=1$	$V=60$ км/год	$\Delta V=30$ км/год	$n_{пшн}=1$	$n_{пшр}=1$	$n_{ззо}=1$	
1,65	3,21	4,16	1,65	7,57	3,73	4,06	9,18	5,37	9,77	50,35

льованих пішохідних переходів, $n_{ззо}$ – кількість зон закритого огляду.

Умови невизначеності інформаційного стану ДТРК виникають:

а) якщо швидкість КТЗ V стає більшою ніж дозволена V_n Правилами дорожнього руху, затвердженими постановою Кабінету Міністрів України від 10.10.2001 № 1306 (далі – ПДР), ($V > V_n$);

б) якщо сумарне значення показника операторно-інтерфейсної складності $\Pi_{oc} \Delta l$ відповідає середньому і вище рівням $\Pi_{oc}(\Delta l) > 0,35 \Pi_{oc(max)}$;

в) якщо в ДТРК формуються зони закритого огляду різного виду, а також водій спостерігає неявні ознаки ЛТН, тобто при значенні функціоналу $f_{вп}$ візуальної ознаки ЛТН $f_{вп} = 0,5$.

В умовах середньої та високої невизначеності ДТРК комплексна успішність ТО забезпечується на основі алгоритму адаптивного регулювання локально-траекторних ризиків (ЛТР) керування КТЗ [7]. Виходячи із сутності процесів функціонування ТЕСВА і АТРТЗ, також режимів адаптивно-дискретного руху КТЗ запропоновані чотири моделі для оцінки та регулювання ЛТР. Ці моделі мають такий вигляд:

$$r_{кп} = 1 - V/V_n, r_{кп} \rightarrow \min, r_{кп} \in (0;1), f_{вп} = 0 \quad (4)$$

$$r_{ст} = a_1 \cdot V/V_n, r_{ст} \rightarrow \min, r_{ст} \in (0;1), f_{вп} = 0,5 \quad (5)$$

$$r_i = \Delta V_a/V, r_i \rightarrow \min, \text{ЛТН} \rightarrow \text{invers}, r_i \in (0;1), f_{вп} = 1 \quad (6)$$

$$r_a = 1 - K_{ак}/K_{ак}, r_a \rightarrow \min, K_{ак} = \text{const}, r_a \in (0;0,8), f_{вп} = (0; 0,5) \quad (7)$$

де $r_{кп}$, $r_{ст}$, r_i і r_a – значення показників ЛТР: контр-продуктивних, сенсорно-темпових, інцидентних і енергічних, відповідно; V – поточна швидкість КТЗ; V_n – значення швидкості, регламентоване ПДР; $f_{вп}$ – функціонал візуальних ознак ЛТН; ΔV_a – антиінцидентне зниження швидкості КТЗ, яке забезпечує недопущення траекторного інциденту (ТІ); $K_{ак}$ і $K_{ак}$ – конструктивний і експлуатаційний значення коефіцієнтів енергічності КТЗ, a_1 – постійна безрозмірна величина; «invers» – оператор антиінцидентного інверсування ЛТН в безпеку.

Розроблено два варіанти алгоритмічного керування КТЗ за умови процедурного забезпечення комплексної успішності ТО з урахуванням рівнів складності (невизначеності) ДТРК. По-перше, за

малих рівнів невизначеності інформаційного стану ДТРК ($\Pi_{oc}(\Delta l) < 0,35 \Pi_{oc(max)}$) використовується принцип адаптації режимів руху КТЗ до чотирьох видів локально-траекторних ситуацій ЛТС: до БЛТС (безпечних), ПНБЛТС (переднебезпечних), НБЛТС (небезпечних) і КЛТС (критичних).

Виходячи з цього принципу, сформовані чотири варіанти ситуаційних алгоритмів керування КТЗ і адаптивних тактик регулювання швидкостей КТЗ (продуктивних, антиінцидентних і енергоефективних). По-друге, при середніх і високих рівнях невизначеності інформаційного стану ДТРК ($\Pi_{oc}(\Delta l) > 0,35 \Pi_{oc(max)}$) використовується принцип адаптації режимів руху КТЗ до чотирьох видів ЛТР (див. вирази 4-7). Виходячи з цього принципу, сформовані три варіанти ризико-регулятивних алгоритмів керування КТЗ і адаптивних тактик регулювання швидкостей КТЗ (продуктивних, антиінцидентних і енергоефективних).

Для кількісної оцінки якості алгоритмічного управління КТЗ і АТРТЗ в багатофазних ТО з антиінцидентними фазами розроблені розрахункові схеми і математичні моделі для аналізу безрозмірних показників адаптивної продуктивності K_v , енергозатратності пробігу КТЗ K_E , енергічності K_A КТЗ в тестових ТО [5]:

$$K_v = V_c / V_{ET}, K_v \in (0,5; 1,5) \quad (8)$$

$$K_E = E_c / V_{ET}, K_E \in (1,15; 4) \quad (9)$$

$$K_A = K_E / K_v, K_A \in (1,0; 6) \quad (10)$$

де V_c і V_{ET} – середня швидкість КТЗ в тестовій операції і значення еталонної швидкості КТЗ ($V_{ET} = 11,1$ м/с); E_c – енерговитрати сил опору руху КТЗ в типовій тестовій операції (дж); E_{ET} – енерговитрати на переміщення розрахункового еталонного КТЗ при постійній швидкості V_{ET} .

На основі теорії енергоресурсної ефективності автомобілів узагальненого типу [5] отримані математичні моделі для визначення та параметричного аналізу показників K_v , K_E і K_A . На їх основі вирішена задача багатоваріантного аналізу впливу ряду факторів (конструктивно-технічних, трудових процедур, дорожніх і експлуатаційних). На рис. 1 та у табл. 2 представлені деякі результати аналізу.

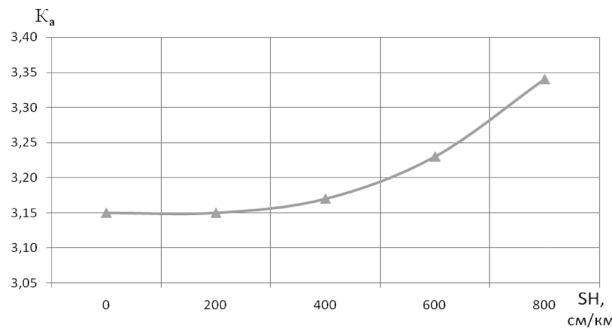


Рис. 1. Залежність показника енергичності K_A автобуса Богдан А092 від величини показника нерівності дороги SH (см/км)

Таблиця 2

Результати дослідження функціонування автобуса Богдан А092 між зупинками при різних довжинах перегону l_n

Безрозмірні показники енергоефективності автобуса в ПТ-операції	Довжина перегону між зупинками l_n , м					
	100	200	400	600	800	1000
Коефіцієнт енергозатратності пробігу, K_E	4,69	4,1	3,79	3,35	3,08	2,9
Показник енергичності КТЗ, K_A	9,44	6,48	4,66	3,63	3,11	2,8
Частка несталих режимів в ПТ-операції, K_{in}	0,779	0,823	6,848	0,042	0,517	0,433
Коефіцієнт локальної продуктивності КТЗ, K_v	0,496	0,633	0,814	0,925	0,993	1,038
Показник енергоефективності, ПЕ	0,052	0,097	0,174	0,255	0,319	0,371
Показник паливної ефективності, ПЕ _q	0,141	0,18	0,23	0,305	0,357	0,395

Висновки

1. Вирішено завдання формування ергатичних основ комплексного підвищення продуктивності, траєкторної безпеки та енергоефективності автотранспортних операцій, які можуть бути застосовані при навчанні водіїв, в проектах комплексного підвищення технологічної економічності та безпечності автомобільних перевезень, а також в майбутньому при обґрунтуванні економічної та безпечної експлуатації «безпілотних» КТЗ (транспортних робото-технічних засобів – АТРТЗ).

2. Розроблено математичне і програмне забезпечення процедурно-імітаційного моделювання функціонування транспортної ергатичної системи «водій-автомобіль» (ТЕСВА) і АТРТЗ. При цьому враховуються: а) задачі водія і бортової інформаційно-керуючої підсистеми АТРТЗ на різних етапах керування рухом в транспортній операції; б) подібність структури трудових і машинних процедур ТЕСВА, а також струк-

тури робото-інформаційних і робото-машинних процедур АТРТЗ; в) подібні властивості КТЗ і АТРТЗ, як: енергоперетворюючої машини, адаптивного об'єкта керування рухом, джерела машинних процедур адаптивного транспортування; г) вплив різних факторів (конструктивних, дорожніх і експлуатаційних) на продуктивність і енергоефективність процесу керування рухом КТЗ в тестових операціях.

3. Встановлено структуру транспортної операції, як сукупність адаптивних (продуктивних, антиінцидентних і енергоефективних трудових і машинних процедур керування, які реалізуються на трьох етапах керування КТЗ, а також представлені принципи рівнево-успішного керування рухом ТЕСВА і АТРТЗ із урахуванням нечіткої оцінки інформаційної складності (або невизначеності) ділянки руху КТЗ і АТРТЗ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Хабутдінов, А. Р. Основи алгоритмічного керування автомобілем: продуктивність-безпека-енергоефективність / А.Р. Хабутдінов // Вісник НТУ: наук.-техн. зб. – К.: НТУ, 2015. – Вип. 1(31). – С. 519–524.
2. Петрашевский, О. Л. Научно-методические основы риско-регулятивного повышения безопасности и энергоэффективности автомобильного движения / О. Л., Петрашевский, А. Р., Хабутдінов // Проблеми транспорту : наук.-техн. зб. – К.: 2009. – Вип. 6. – С. 60–64.
3. Иларионов, В. А. Водитель и автомобиль / В. А., Иларионов, М. В., Кошелев, В. М., Мишуринов. – М.: Транспорт, 1985. – 247 с.
4. Хабутдінов, А. Р. Ризико-регулятивне водіння як процедурний чинник безпеки та енергоефективності автомобільного руху / А.Р. Хабутдінов // Керування проектами, системний аналіз і логістика: наук.-техн. зб. – К.: 2011. – Вип. 8. – С. 204–207.
5. Хабутдінов, Р. А. Енергоресурсна ефективність автомобіля / Р. А., Хабутдінов, О. Я., Коцюк. – К.: УТУ, 1997. – 137 с.
6. Сапожников, Р. А. Основы технической кибернетики / Р. А., Сапожников. – М.: Высшая школа, 1970. – 464 с.
7. Хабутдінов, А. Р. Метод комплексного аналізу впливу риско-регулятивного водіння і характеристик дороги на енергоефективність автомобіля / А. Р., Хабутдінов // Проблеми транспорту: 36. Наук. праць – К.: НТУ, 2010. – Вип. 7. – С. 151–154.

REFERENCE

1. Khabutdinov, A. R. (2015) Osnovy alghorytmichnogho keruvannja avtomobilem: produktyvnistj-bezpeka-energhoeffektivnistj [Basics of algorithmic driving: performance-safety-energy efficiency]. Visnyk NTU, vol. 1, no. 31, pp. 519–524.
2. Petrashevskiy, O. L., Khabutdinov, A. R. (2009) Nauchno-metodicheskie osnovy risiko-regulyativnogo povysheniya bezopasnosti i energoeffektivnosti avtomobilnogo dvizheniya [Scientific and methodical foundations of risk-regulatory improvement of safety and energy efficiency of automobile traffic]. Problemy Transportu, vol. 6, pp. 60–64.
3. Ilarionov, V. A., Koshelev, M. V., Mishurin, V. M. (1985) Voditel i avtomobil [Driver and the car]. Moscow: Transport. (in Russian)
4. Khabutdinov, A. R. (2011) Ryzhko-reguljatyvne vodinnja jak procedurnyj chynnyk bezpeky ta energhoeffektivnosti avtomobilnogo rukhu [Risk-regulatory driving as a procedural factor for safety and energy efficiency of automobile traffic]. Keruvannja Proektamy Systemnij Analiz Loghystyka, vol. 8, pp. 204–207.
5. Khabutdinov, R. A., Kocjuk, O. Ja. (1997) Energhoresurna efektyvnistj avtomobilja [Energy efficiency of the car]. Kyiv: UTU. (in Russian)
6. Sapozhnikov, R. A. (1970) Osnovy tekhnicheskoy kibernetiki [Fundamentals of technical cybernetics]. Moscow: Vysshaya shkola. (in Russian)
7. Khabutdinov, A. R. (2010) Metod kompleksnogo analizu vplyvu ryzyko-reguljatyvnogho vodinnja i kharakterystyk doroghy na energhoeffektivnistj avtomobilja [Method of complex analysis of the influence of risk-regulatory driving and road characteristics on energy efficiency of a car]. Problemy Transportu, vol. 7, pp. 151–154.