

УДК 656.13.072
UDC 656.13.072

ПРАВИЛА АЛГОРИТМІЧНОГО УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЕМ І МЕТОД АНАЛІЗУ РИЗИКО-РЕГУЛЯТИВНОГО ВОДІННЯ

Хабутдінов А.Р., ДП «ДержавтотрансНДІпроект» Київ, Україна

TERMS OF ALGORITHMIC CONTROL AND METHOD FOR THE ANALYSIS OF RISK-REGULATION DRIVING

Khabutdinov A.R., DerzhavtotransNDIproekt, Kyiv, Ukraine

ПРАВИЛА АЛГОРИТМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ И МЕТОД АНАЛИЗА РИСКО-РЕГУЛЯТИВНОГО ВОЖДЕНИЯ

Хабутдинов А.Р., ДП «ДержавтотрансНДІпроект», Киев, Украина

Постановка задачі. На автотранспорті актуальне рішення триєдиної задачі комплексного підвищення продуктивності, траєкторної безпеки та енергоефективності автотранспортних операцій. Практичні рішення цієї задачі повинні реалізовуватися у сфері транспортно-операторної (трансоператорної) експлуатації автомобіля (АТЗ), до якої залучено понад 8 млн. водіїв України. У зв'язку з цим у зазначеній сфері актуальні теоретичні та практичні методи аналізу технологічно-успішного управління АТЗ виходячи з трьох вищезазначених вимог до автотранспортних операцій.

Основна частина. У попередніх роботах [1,2] були представлені основні положення методів структуризації і алгоритмізації процедур управління АТЗ з урахуванням різноманітності станів траєкторних елементів дорожньо-мережевої інфраструктури АВТС в предпозиційних зонах траєкторії АТЗ (ППЗТА). При управлінні АТЗ використовуються ланцюги шести трудових і чотирьох машинних процедур водіння [1]. Технологічно- успішне управління АТЗ можливо при використанні спеціальних і траєкторно-адекватних алгоритмів водіння, що дозволяють формувати успішні ланцюги зазначених процедур відповідно до нижче перерахованих правил.

Для процедурного забезпечення вимог технологічної успішності транспортних операцій розроблені наступні правила алгоритмічного управління АТЗ: 1) дистанційно-попереджувального узгодження ланцюгів трудових процедур водіння виходячи з трьох вимог транспортних операцій (продуктивність-траєкторна безпека-енергоефективність); 2) вибору процедур дистанційного попередження погіршення локально-траєкторних ситуацій (ЛТС) або зростання локально-траєкторних ризиків (ЛТР); 3) використання нечітких оцінок станів візуальних ознак локально-траєкторних небезпек (ЛТН) і рівнів ЛТР; 4) операторного обліку та аналізу взаємозв'язку процедур водіння з уявленнями типових елементів керованої кінематики АТЗ та з рівнями енерговитратності його руху; 5) реалізації процедурних алгоритмів інверсування ЛТС (небезпечні ЛТС потрібно перетворити в безпечні) і регулювання ЛТР з використанням уявлень типових елементів кінематики руху АТЗ і типових транспортних операцій. Вказані правила дозволяють реалізувати важливий принцип локального і індивідуального планування водієм успішності транспортних операцій.

З використанням зазначених правил алгоритмічного управління в цій статті представлено методику кількісного аналізу ризико-регулятивного способу водіння АТЗ в типових транспортних операціях: в простих ПТ - операціях і в складно-небезпечних ПУТ - операціях. У структурі типової простої ПТ - операції процедури водіння забезпечують наступні фази руху АТЗ «мала постійна швидкість (V_{T_m}) - розгін (ST) - середня (або велика) постійна швидкість ($V_{T_{c(6)}}$) - службове гальмування ($Z_{T_{cl}}$) - мала швидкість (V_{T_m})». У цій структурі кожна фаза операції являє собою типовий елемент кінематики АТЗ: VT - постійна швидкість, ST- розгін, ZT - гальмування. При цьому в ППЗТА відсутні локально-траєкторні небезпеки (ЛТН). Якщо в ППЗТА водієм виявляється локально-траєкторна небезпека (ЛТН), то використовується типова небезпечно-складна ПУТ - операція. Її структура відрізняється від структури ПТ - операції тільки тим, що в неї додаються додатково два типових елемента ZT і ST (гальмування - розгін) для усунення ЛТН і набору швидкості. Згідно з першими трьома правилами алгоритмічного управління АТЗ для забезпечення технологічної успішності цих типових операцій використовуються алгоритми регулювання чотирьох видів ЛТР (контрпродуктивного $r_{кп}$, сенсорно-темпового $r_{ст}$, інцидентного r_{i} і енергічного r_a) [3]. При

цьому, в простій ПТ - операції використовуються процедури регулювання тільки трьох ризиків (ЛТР) - $r_{кп}$, $r_{ст}$, r_a . У небезпечно-складних ПУТ - операціях використовуються процедури регулювання всіх чотирьох ЛТР. У роботах [3,4] було показано, що ризико-регулятивне управління потрібно використовувати при середніх і високих рівнях інформаційної невизначеності ППЗТА. При малих рівнях невизначеності ППЗТА використовуються процедури ситуативного управління АТЗ. Для оцінки рівня невизначеності ППЗТА використовується метод ентропійного аналізу різноманіття станів спостережуваних об'єктів, прийнятий в кібернетичі [2]. В роботах [4,5] запропоновано оцінювати рівень невизначеності ППЗТА за величиною коефіцієнта операторно-інтерфейсної складності ППЗТА $K_{оін}$:

$$K_{оін} = E_c(\Delta l) / E_{\max}(\Delta l), K_{оін} \in (0;1), \quad (1)$$

де E_c - сумарна ентропія станів траєкторних елементів дорожньої інфраструктури на ділянці

дороги Δl ; $E_{\max}(\Delta l)$ - максимальне значення ентропії траєкторних елементів дорожньої інфраструктури.

Метою даної роботи є представлення методики кількісного аналізу ризико-регулятивного управління АТЗ для комплексного забезпечення безпеки та енергоефективності транспортних операцій виходячи з вищезгаданих правил алгоритмічного управління. Завдання роботи: а) адаптація математичних моделей теорії енергоресурсної ефективності автомобіля узагальненого типу [6] до рішення завдань аналізу ризико-регулятивного управління АТЗ; б) моделювання алгоритмів ризико-регулятивного управління автомобілем в простих (ПТ) і в складних (ПУТ) операціях; в) визначення величин показників різних видів ЛТР; г) встановлення взаємозв'язку процедур водіння з різними видами ЛТР в типових операціях.

Як приклад використання методики розглядається функціонування автобуса Богдан АО-92 між зупинками, довжина перегону дорівнює 700м. У процесі моделювання визначаються параметри керованої кінематики та енергетики автобуса у взаємозв'язку з ланцюжками типових елементів кінематики АТЗ (VT, ST і ZT), які утворюють кінематичну структуру типових операцій (ПТ- виду і

ПУТ - виду). Визначалися наступні параметри типових елементів кінематики АТЗ: а) пробігу l_v , l_s , l_z

(м); б) часу t_v , t_s , t_z (сек); в) енергетики A_v , A_s , A_z (дж.). На основі з'єднання заданих ланцюгів

типових елементів (VT, ST і ZT) визначаються параметри кінематики (довжина пробігу $l_{пт}$ і час руху $t_{пт}$) та енергетики (витрати енергії $A_{пт}$ на нерівномірний рух) АТЗ в простих (ПТ) і в небезпечно-складних (ПУТ) операціях:

$$\begin{cases} l_{пт} = \sum_{1}^{n_v} l_{v_i} + \sum_{1}^{n_s} l_{s_i} + \sum_{1}^{n_z} l_{z_i} \\ t_{пт} = \sum_{1}^{n_v} t_{v_i} + \sum_{1}^{n_s} t_{s_i} + \sum_{1}^{n_z} t_{z_i} \\ A_{пт} = \sum_{1}^{n_v} A_{v_i} + \sum_{1}^{n_s} A_{s_i} + \sum_{1}^{n_z} A_{z_i} \end{cases}$$

де: n_v , n_s і n_z - кількості типових елементів кінематики АТЗ різного виду в операції - VT (постійна швидкість), ST (розгін) і ZT (гальмування) відповідно.

Таким чином величини параметрів кінематики та енергетики АТЗ в ПТ - операції і в ПУТ - операції спочатку визначаються для кожного типового елементу окремо, а потім підсумовуються згідно представленої формулі.

Результати моделювання і розрахунків представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Розрахункові значення показників ризику-регулятивного управління автобусом Богдан АО-92 (довжина перегону 700м) в типових транспортних операціях

Вид типової операції	Величина Інцидентного ризику	Енерговитрати в операції, 10 ⁵ дж	Час операції, сек.	Приріст часу операції, %	Коефіцієнт несталених режимів	Показник транспортної енергоефективності АТЗ	Показник анергічності операції	Величина анергічного ризику	Питома енергоемність руху АТЗ, 10 ⁵ дж/км	Коефіцієнт зростання питомої енергоемності руху АТЗ в порівнянні з VT-елементом
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Проста - ПТ	0	3,1	66,1	0	0,577	0,289	3,21	0,7	4,43	2,22
Небезпечна - ПУТ1	0,2	3,558	68,48	3,5	0,77	0,234	4,26	0,775	5,083	2,55
Небезпечна - ПУТ2	0,5	3,693	76,6	10,48	0,821	0,198	5,06	0,81	5,275	2,645
Небезпечна - ПУТ3	0,785	4,661	78,81	19,2	0,932	0,163	6,139	0,843	6,66	3,34

У цій таблиці крім комплексу показників кінематики та енергетики АТЗ наведені чисельні значення інших показників операцій: а) коефіцієнта несталених режимів в операціях:

$$K_{н} = 1 - \frac{\sum t_{vi}}{t_{пт}} \quad (2)$$

де t_{vi} - тривалість i -ї фази руху АТЗ при постійній швидкості (i -й типовий VT-елемент кінематики АТЗ в операції); б) коефіцієнта транспортної енергоефективності АТЗ [6] P_E ; в) показника анергічності транспортної операції $K_a = K_E(ПТ) / K_T(ПТ)$, де $K_E(ПТ)$ і $K_T(ПТ)$ енергетичні коефіцієнти пробігу і швидкості АТЗ в типових транспортних операціях ПТ і ПУТ; г) величини інцидентного і анергічного ЛТР (ризиків); д) показники питомої (на 1 км) енергоемності руху АТЗ в простій (ПТ) і складних ПУТ-операціях; е) значення коефіцієнта зростання питомої (на 1 км) енергоемності руху АТЗ в порівнянні з режимом постійної швидкості $V=14$ м/с (VT - елемент кінематики).

Крім того, в таблиці 1 розглянуті: а) один варіант типової простої ПТ - операції при відсутності ЛТН; б) три варіанти типової небезпечно-складної ПУТ - операції при наявності ЛТН і при різних рівнях інцидентного ЛТР (ризиків). У простій ПТ - операції основна увага водія приділяється регулюванню контпродуктивного ризику ЛТР $r_{кп}$. Причому на початку і в кінці операції водій навмисно збільшує величину ризику $r_{кп}$ до $r_{кп} = 0,819$, а потім - до одиниці $r_{кп} = 1$ (зупинка автобуса для посадки-висадки пасажирів). У середині перегону величина $r_{кп} = 0,157$ підтримується на постійному рівні. Порівняємо дану просту ПТ - операцію з умовною найпростішою операцією, яка складається тільки з одного типового елементу VT - це режим постійної швидкості без гальмування на зупинках. При довжині перегону 700 м час найпростішої VT - операції дорівнює 50 сек при питомих (на 1 км) енерговитратах $1,995 \times 10^5$ дж/км. За даними таблиці видно, що час простої ПТ - операції дорівнює 66,1 сек при питомих енерговитратах $4,43 \times 10^5$ дж/км. Тобто з причини регулювання контпродуктивного ЛТР час ПТ - операції збільшується на 33,2%, питомі енерговитрати на 1 км зростають в 2,22 рази в порівнянні з VT - операцією. Величина коефіцієнта частки неусталеного руху АТЗ в ПТ-операції зростає від нуля в VT-операції до 0,557. Крім того, рівень анергічного ЛТР зростає до $r_a = 0,7$.

Далі порівнюємо просту ПТ-операцію зі складно-небезпечними ПТ-операціями (варіанти типових операцій 2,3 і 4 (табл.1). Порівняння показує, що при появі зон ЛТН на перегонах значно погіршуються кінематичні та енергетичні характеристики АТЗ. Причому чим вище рівень інцидентного ЛТР, тим більше ступінь погіршення (див. табл.1). Це пов'язано з тим, що в структурі складно-небезпечної ПУТ-операції в порівнянні з простою ПТ-операцією з'являються два додаткові елементи кінематики АТЗ - ZT і ST елементи (гальмування і розгін), які пов'язані з процедурною мінімізацією інцидентного ЛТР $r_{и} \rightarrow \min$. Так, у трьох варіантах ПУТ-операцій при використанні процедур мінімізації рівіней ЛТР до нуля відбувається: а) збільшення часу операції на 3,5%, а загальних енерговитрат на 14,8%; б) зростання коефіцієнта несталих режимів від 0,577 до значення 0,77; в) транспортна енергоефективність АТЗ зменшується від 0,289 до 0,234 (зменшення на 19%); г) показник анергічності ПУТ - операції при $r_{и} = 0,2$ збільшується в порівнянні з простою операцією до значення 5,083 (зростання на 14,7%), величина анергічного ЛТР зростає до 0,775 (зростання на 10,7%); д) питома (на 1 км) енергоємність ПУТ - операції в порівнянні з простою ПТ-операцією від значення $4,43 \times 10^5$ дж/км до величини $6,66 \times 10^5$ дж/км (зростання на 50%); е) коефіцієнт збільшення питомої енергоємності ПУТ - операції (при $r_{и} = 0,2$) порівняно з найпростішою VT-операцією ($V = 14$ м/с) збільшується в 2,55 рази. При реалізації складно-небезпечної ПУТ - операції (третій варіант операції) з високим рівнем інцидентного ЛТР $r_{и} = 0,785$ погіршення показників кінематики та енергетики АТЗ, а також енергійності операції ще більш значні (див.табл.1).

Таким чином, результати моделювання та порівняння варіантів типових операцій при різних рівнях інцидентних ЛТР $r_{и} \in (0; 0,785)$ показують, що розроблена методика кількісного аналізу ризико-регулятивних алгоритмів керування АТЗ в типових операціях. Встановлено, що при процедурному забезпеченні траєкторної безпеки типової транспортної операції відбувається погіршення характеристик енергетики АТЗ, а також має місце зростання анергічного ЛТР.

Висновки. 1. Встановлені правила алгоритмічного управління АТЗ для комплексного підвищення продуктивності, траєкторної безпеки та енергоефективності типів транспортних операцій згідно принципу локального та індивідуального планування процедур водіння.

2. Встановлені умови вибору видів алгоритмічного управління АТЗ (ситуативного і ризико-регулятивного).

3. Встановлено протиріччя процедур мінімізації контпродуктивних і інцидентних ЛТР, а також встановлено, що рівні контпродуктивних ЛТР можуть навмисно збільшуватись водієм виходячи з транспортно-термінальних або організаційно-дорожніх умов маршруту руху АТЗ.

4. Запропоновано методику кількісного аналізу алгоритмів ризико-регулятивного управління АТЗ для комплексного підвищення технологічної успішності типових транспортних операцій.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Петрашевский О.Л., Хабутдинов А.Р. Научно-методические основы риско-регулятивного повышения безопасности и энергоэффективности автомобильного движения.//Проблеми транспорту: Зб. наук. праць.–Київ: НТУ.–2009.– Вип. 6.– С 60-64.

2.Сапожников Р.А. Основы технической кибернетики.–М.: Высшая школа.– 1970.– 464 С.

3. Хабутдінов А.Р. Моделі ризико-регулятивної тактики підвищення енергоефективності і безпеки руху автомобілів з урахуванням інформаційної неоднорідності дороги//Проблеми транспорту: Зб. наук. праць.– К.: НТУ.–2012.– Вип. 9. С 202-205.

4. Хабутдінов А.Р. Правила, принципи і науково-методичні основи управління автомобілем з урахуванням траєкторних ризиків// Київ.– Вісник НТУ.– 2013.–Вип.28.–477-482 С.

5. Хабутдінов А.Р. Основы алгоритмічного управління автомобілем// Київ.– Вісник НТУ.– 2015.–Вип.1 (31).–219-224 С.

6. Хабутдінов Р.А., Коцюк О.Я. Енергоресурсна ефективність автомобіля// Київ.– УТУ.– 1997.–196 С.

REFERENCES

1. Petrashevski O.L., Khabutdinov A.R. Scientific and methodological basis of risk- regulatory providing safety and traffic efficiency / / Problems of Transport: Collection of scientific papers.–Kiev: NTU.– 2009.–Vol. 6.– P 60-64. (Ukr)

2.Sapoznikov R.A. Basicses of the technical cybernetics.–M.: Higher School.–1970.–464 P. (Rus).

3.Khabutdinov A.R. Models of risk-regulatory tactics for energy efficiency and safety of vehicles, taking into account the information heterogeneity of the road // Problems of Transport: Collection of scientific papers.–Kiev: NTU.– 2012.–Vol. 9.– P 202-205. (Ukr)

4. Khabutdinov A.R. The rules, principles and scientific-methodological bases of the driving taking into account the risks of trajectory// Kyiv.– Visnyk NTU.– 2013.– Vol. 28.–С. 477- 482. .((Ukr.))
- 5.Khabutdinov A.R. The bases of algorithmic driving// Kyiv. National Transport University.— Visnyk NTU.—2015.—Vol.31.—P. 219-224.(Ukr.).
- 6.Khabutdinov R. A. Energy-and resource efectivness of the car// Kyiv.–UTU. – 1997.–197 P.(Ukr.).

РЕФЕРАТ

Хабутдінов А.Р. Правила алгоритмічного управління автомобілем і метод аналізу ризико-регулятивного водіння / А.Р. Хабутдінов // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2016. – Вип. 1 (34).

В статті представлені п'ять правил алгоритмічного управління автомобілем при різних рівнях інформаційної складності передпозиційної зони траєкторії руху АТЗ. При середніх і високих рівнях невизначеності вказаної зони використовуються ризико-регулятивні алгоритми водіння, виходячи із принципу локального та індивідуального планування процедур управління АТЗ. Встановлено протиріччя процедур мінімізації контпродуктивних і інцидентних ЛТР, а також встановлено, що рівні контпродуктивних ЛТР можуть навмисно збільшуватись водієм виходячи з транспортно-термінальних або організаційно-дорожніх умов маршруту руху АТЗ. Запропоновано методіку кількісного аналізу алгоритмів ризико-регулятивного управління АТЗ для комплексного підвищення технологічної успішності типових транспортних операцій.

Об'єкт дослідження - процеси керування автомобілем в типових транспортних операціях згідно правил алгоритмічного управління з використанням алгоритмів регулювання траєкторних ризиків.

Мета роботи - формування правил алгоритмічного управління АТЗ і методу кількісного аналізу процедур регулювання траєкторних ризиків для забезпечення технологічної успішності водіння (продуктивності, траєкторної безпеки і енергоефективності) з урахуванням інформаційного стану ділянки траєкторії руху.

Метод дослідження - теоретичний аналіз процедур і алгоритмів успішного управління автомобілем в складних умовах руху з використанням алгоритмів мінімізації локально-траєкторних ризиків.

Результати статті можуть бути використані для проведення спеціального навчання водіїв управлінню КТЗ в ускладнених умовах руху, а також при розробці спеціальної бортової системи забезпечення технологічно-успішної праці водія.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АЛГОРИТМІЧНЕ УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЕМ, РИЗИКО-РЕГУЛЯТИВНІ АЛГОРИТМИ, АНАЛІЗ ПРОЦЕДУР МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКІВ

ABSTRACT

Khabutdinov A.R. Terms of algorithmic control and method for the analysis of risk- regulation driving. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2016. – Issue 1 (34).

The article presents the five rules of algorithmic driving at different levels of complexity of the information of the zone before the position of the car. At medium and high degree of uncertainty of the zone used the risk-regulation algorithms of driving , based on the principle of local and individual planning procedures. Found that the levels of contrproductivity risk may deliberately increase by a driver based on the transport or road- organizational conditions of the route and road traffic exchange. The technique of quantitative analysis of algorithms of risk-regulation control is proposed to increase the productivity and safety of typical transport operations.

The object of research is the processes driving in typical transport operations algorithmic rules using risk-regulation algorithms of driving .

The purpose of the work - the formation of the rules of algorithmic control and method for quantitative analysis of the procedures of driving to ensure the success of the process of driving (performance, security, and energy-saving).

Method of research - theoretical analysis of the procedures and algorithms for successful driving in difficult driving conditions with the use of algorithms to minimize the locally risks.

Our results can be used for a special driver training vehicle in the complicated conditions of motion, as well as the development of a special on-board system of a technologically successful operation of the driver.

KEYWORDS: ALGORITHMIC DRIVING, RISK-REGULATION ALGORITHM ANALYSIS, DRIVING PROCEDURES TO MINIMIZE THE RISKS.

РЕФЕРАТ

Хабутдинов А.Р. Правила алгоритмического управления автомобилем и метод анализа риско-регулятивного вождения. / А.Р. Хабутдинов // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2016. – Вып. 1 (34).

В статье представлены пять правил алгоритмического управления автомобилем (АТС) при различных уровнях информационной сложности предпозиционной зоны траектории движения АТС. При средней и высокой степенях неопределенности указанной зоны используются риско-регулятивные алгоритмы вождения, исходя из принципа локального и индивидуального планирования процедур управления АТС. Установлены противоречивости процедур минимизации контпродуктивных и инцидентных локально-траекторных рисков (ЛТР), а также установлено, что уровни контпродуктивных ЛТР могут намеренно увеличиваться водителем исходя из транспортно-терминальных или организационно-дорожных условий маршрута движения АТС. Предложена методика количественного анализа алгоритмов риско-регулятивного управления АТС для комплексного повышения технологической успешности типовых транспортных операций.

Объект исследования- процессы управления автомобилем в типовых транспортных операциях по правилам алгоритмического вождения с использованием алгоритмов регулирования траекторных рисков.

Цель работы - формирование правил алгоритмического управления АТС и метода количественного анализа процедур регулирования траекторных рисков для обеспечения технологической успешности вождения (производительности, траекторной безопасности и энергоэффективности) с учетом информационного состояния участка траектории движения.

Метод исследования - теоретический анализ процедур и алгоритмов успешного управления автомобилем в сложных условиях движения с использованием алгоритмов минимизации локально-траекторных рисков.

Результаты статьи могут быть использованы для проведения специального обучения водителей управлению ТС в усложненных условиях движения, а также при разработке специальной бортовой системы обеспечения технологически успешной работы водителя.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЕМ, РИСКО-РЕГУЛЯТИВНЫЕ АЛГОРИТМЫ, АНАЛИЗ ПРОЦЕДУР МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ

АВТОР:

Хабутдинов Арсеній Романович, магістр, ДП «ДержавтотрансНДІпроект», завідувач відділом безпеки на транспорті, e-mail: akhabutdinov@insat.org.ua, tel. 201-08-35, пр., Перемоги 57, Київ, 03113.

AUTHOR:

Khabutdinov A.R., magistr, DerzhavtotransNDIproekt, Head of Division of Transportation Safety, e-mail: akhabutdinov@insat.org.ua, tel. 201-08-35, avn. Peremogi, 57, Kyiv, 03113.

АВТОР:

Хабутдинов Арсеній Романович, магістр, ДП «ДержавтотрансНДІпроект», заведуючий відділом безпеки на транспорті, e-mail: akhabutdinov@insat.org.ua, tel. 201-08-35, пр., Перемоги 57, Київ, 03113, Україна.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Новікова А.М., доктор економічних наук, заступник директора з наукової роботи ДП «ДЕРЖАВТОТРАНСНДІПРОЕКТ», м. Київ, Україна.

Янішевський С.В. кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних систем і безпеки руху НТУ, м. Київ, Україна.

REVIEWER:

Novikova A.M., Ph.D., Economic (Dr.), Deputy Director for Research of the State Enterprise "DerzhavtotransNDIproekt", Kyiv, Ukraine.

Yanishevski S.V., Ph.D Technical, assistant professor, National Transport University, Department of Transport systems and safety, Kyiv, Ukraine.