

ТЕХНОЛОГІЯ МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Баранов Г.Л., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, baranovgl2018@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2494-8771

Комісаренко О.С., Національний транспортний університет, Київ, Україна, olenakomisarenko@ukr.net, orcid.org/0000-0002-7436-6473

Донець В.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна, nerik2008@ukr.net, orcid.org/0000-0003-2353-0699

Прохоренко О.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна, kist.ntu.edu.ua@gmail.com, orcid.org/0000-0002-7436-6473

TECHNOLOGY MODELING INTEGRATION PROCESSES TO INCREASE THE LEVEL ROAD SAFETY VEHICLES

Baranov G.L., Doctor of Technical Science, National transport university, Kyiv, Ukraine, baranovgl2018@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2494-8771

Komisarenko O.S., National transport university, Kyiv, Ukraine, olenakomisarenko@ukr.net, orcid.org/0000-0002-7436-6473

Donets V.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine, nerik2008@ukr.net, orcid.org/0000-0003-2353-0699

Prohorenko O.M., National transport university, Kyiv, Ukraine, kist.ntu.edu.ua@gmail.com, orcid.org/0000-0002-7436-6473

ТЕХНОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Баранов Г.Л., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, baranovgl2018@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2494-8771

Комисаренко Е.С., Национальный транспортный университет, Киев, Украина, olenakomisarenko@ukr.net, orcid.org/0000-0002-7436-6473

Донец В.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина, nerik2008@ukr.net, orcid.org/0000-0003-2353-0699

Прохоренко А.М., Национальный транспортный университет, Киев, Украина, kist.ntu.edu.ua@gmail.com, orcid.org/0000-0002-7436-6473

Постановка проблеми.

Організація об'єднаних націй вже 10 жовтня 2019 року визначила до 2030 року доцільним концентрувати досягнення, дії та скорочення з метою підвищення рівня безпеки дорожнього руху (БДР) кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП) [1]. Експерти міжнародних установ ВООЗ, світового банку тощо неодноразово визначали, що внаслідок ДТП в Україні рівні травматизму та смертності є вище ніж (у середньому) в сусідніх державах членів ЄС. Дійсно, за даними 2019 року на 100 тис. жителів в Україні показник загиблих у ДТП на рівні 8,22% осіб, в той же час для ЄС це 5%.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Упорядкування визначальних причин скоєння ДТП із загиблими та травмованими учасниками дорожнього руху згідно аналізу стану аварійності на території України формує наступний ряд: 34% - перевищення безпечної швидкості руху мобільним транспортним засобом (МТЗ); 22% - порушення правил маневрування; 16% - недотримання дистанції та порушення правил проїзду перехрестя; 6% - порушення правил проїзду пішохідних переходів; 4,58% - керування у нетверезому стані та виїзд на смугу зустрічного транспорту. За даними Національної поліції решта – 17,42% припадає на чисельні наслідки, на які також звертають увагу міжнародні експерти. Прикладів багато й всі вони впливають на показники аварійності: невиконання чи затримка реалізації планів здійснення практичних заходів з безпеки дорожнього руху у місцях визначених ділянках вулично-дорожніх мережах (ВДМ) міст та дорогах державного значення; не

здійснення упереджених дій на зниження факторів утворення масштабних автомобільних заторів у пікові години щодобово. Але засоби ІТ повинні сприяти вільному руху без ДТП, наприклад, шляхом покращення людської самоорганізованості та суспільної координованості завдяки широкомасштабних Internet технологій. Інтеграційні процеси інтелектуальних зусиль людства за допомогою засобів цифровізаційних технологій можуть зменшити втрати України. Так відбулось в 2019 році від ДТП (на суму відшкодування травматизму 68,6 млрд. гривень на рік [2]) обумовило у суспільно-економічному вимірі на рівні 1,91% [2-3] валового внутрішнього продукту України.

Практика розв'язування більшості задач теоретико-експериментального оцінювання ефективності функціонування ТЕО ITS за призначенням базується на часових рядах [3]. За відповідними методами обробки нестационарних (перехідних) змін об'єктивних явищ [4,5] процеси накопичування ТТР допомагають формуванню обізнаності [6,10,15]. Факти стосовно факторів безпеки руху ТЕО, зберігаються при застосуванні баз даних та знань. Але традиційне накопичування інформації створює СУБД, де значні об'єми (Big Data). Досвід реально зростає та породжує потреби у пошуках аналогів та прототипів для синтезу оперативних інших адекватних ТТР. Наприклад, їх мета для запобігання зіткнень й ДТП за випадковим збігом обставин. Сутність, особливість та специфіка (СОС) конкретних явищ в умовах обставин, що охоплюють наступні складові: зараз у означеному $L(x,y,z)$ просторі подій у фіксованій системі $(\vec{l}_x, \vec{l}_y, \vec{l}_z)$ координат опису навігаційних координат кожного місцеположення впливових учасників дорожнього руху; одночасно тут у просторі подій послідовно фіксуються часові відношення $\tau_{i-k} - \tau_i - \tau_{i+l}$ та тривалість поступового розвитку ситуативних подій від умовного початку t_0 через певні інтервали h_i до кінцевого t_k часу виникнення результуючого класу, виду, типу ДТП; об'єктивно та достовірно відображаються активні дії кожного учасника дорожнього руху. Спільна взаємодія між складовими єдиного явища сприяла впливам та змінам індивідуальних траєкторій руху у цих обставинах. Вкладеність гетерогенних процесів, що відбувається у зовнішньому навколишньому оточуючому середовищі з означеними границями та обставинами прояву конкретних факторів НПС. Саме ці три складові під час моделювання на заданих просторово-часових інтервалах розвитку ДТП дозволяють декомпонувати протягом цілісного перехідного процесу кожний етап змін станів на три складові

$$x_i(t) = P(t, x) + S(t, x) + C(t, x), \quad (1)$$

де $x_i(t)$ – інтеграційне значення визначального процесу СДС у межах узагальненого опису єдиного просторово-часового розвитку подій (зараз, тут, у цих обставинах та межах);

$P(t, x)$ – породжує окіл (опора поліноміального сплайну тренду) апроксимації перехідних просторових зафіксованих часових даних упорядкованого ряду місцевих ключових подій;

$S(t, x)$ – поточний часовий вплив взаємозв'язків та взаємовпливів покрокового стрибкоподібного та моментного розвитку ситуаційних подій у наслідок типових керованих змін $\forall U_k(t)$ та $k = \overline{1, n}$ у спільному ПЧК;

$C(t, x)$ – випадкова стохастична складова невизначеності за потреб задачі урахування ентропії хаосу НПС зі збігом різноманіття природних та соціальних розбіжностей факторів НПС.

Рух об'єкта ТЕО у ПЧК можливо відображати на певній площині аналізуємих подій. Нехай на площині обрана прямокутна система з вісями L та T. Саме це дозволяє відображати різницю топологічних властивостей між L та T множинами. Для зручності за шкалами наслідування змін у ПЧК зробимо символічну розмітку відповідно з кортежів

$$\Delta L = \{L_1 < L_2 < \dots < L_{l-1}\}, \quad \forall i = \overline{1, l}, \quad (2)$$

$$\Delta T = \{T_1 < T_2 < \dots < T_{j-1}\}, \quad \forall j = \overline{1, j}. \quad (3)$$

Отримаємо опис семантики решітки, яка покриває цю площину. Тоді, умовно поле зображень складається з певної кількості IJ прямокутників, якщо вісі L та T ортогональні. Коли масштаби деталізації різні, то парні зображення однорідності точок комірки зберігаються до $\bar{n} = n_{max}$. Наступне для T множини буде лише точка $(n_{max} + 1) > \bar{n}$, яка фіксує границю опису кортежів L та T у межах дослідження скінченної кількості подій на обраній 2D площині.

Функціональне парне відображення, наприклад, фазового простору подій, упорядкованих послідовностей карти можливо на визначеній решітці апроксимувати у вигляді

$$\varphi(L, T) = X_{ij} L^{\rho_i} T^{S_j}, \quad (4)$$

де базові околиці різних топологій інтеграційних процесів належать у ПЧК прямокутнику (i, j) з дискретними цілочисельними числами натурального ряду N відповідно масштабування;

Змінна трійка параметрів дискретизації (X_{ij}, ρ_i, S_j) визначає неперервність функції $\varphi(L, T)$ у межах обраної розміченої частки карти (площини аркуша повного масштабного Атласу для задач навігації з точним місце визначенням позицій учасників руху) [8,10,14-17].

Різноманіття глобальних, місцевих та локальних задач цілісної системи навігації та правління рухом (СНУР) керованими об'єктами у нестационарному природному середовищі (НПС) з геодезичною (реперною) базою обумовлює застосування логарифмічних оцінок метризації ПЧК [4].

Точність векторної дискретизації неперервних рухів та змін у ПЧК залежить від оцінок.

$$\ln X_{(i+1)j} = \ln X_{ij} + (\rho_i - \rho_{i+1}) \ln \bar{L}_i, \forall i = \overline{1, (I+1)}, \forall j, \quad (5)$$

$$\ln X_{i(j+1)} = \ln X_{ij} + (S_j - S_{j+1}) \ln \bar{T}_j, \forall j = \overline{1, (J-1)}, \forall i. \quad (6)$$

Повна узагальнена оцінка шуканої змінної у ПЧК має вид

$$\ln X = \ln X_{ij} + \rho_i \ln L + S_j \ln T. \quad (7)$$

Підвищення рівня безпеки дорожнього руху будь-яких з транспортних засобів (Vehicle) у ПЧК, наприклад, ВДМ міст, обумовлює узгодження карт СНУР та допусків ПДР по точності відображення контактів, зіткнень чи порушень ПДР. Тому умовна розрахункова розмітка визначає наступні умови

$$L_{i+1} = \max[(\ln L - \ln L_i), 0], \forall i = \overline{1, (I-1)}, \quad (8)$$

$$T_{j+1} = \max[(\ln T - \ln T_j), 0], \forall j = \overline{1, (J-1)}. \quad (9)$$

де параметри ρ_i ($i = 2, 3, \dots, I$) та S_j ($j = 2, 3, \dots, J$) відображають природний зсув або запізнення у реакціях (швидкостях змін) кожного з учасників дорожнього руху.

Таблиця 1 – Типові зміни ПЧК співвідношення на зустрічі швидкостей руху та темпів наближень транспортних засобів

Table 1 – Typical changes in the ratio of the ratio at the meeting of speeds and rates of approach of vehicles

№ п/п	V Швидкість руху $\frac{dx}{dt}$ та U темп подолання $\frac{dT}{dL}$					
	V км/год	U год/км	V м/с	U с/м	V см/с	U с/см
1	72	0,0138	2	0,5	200	0,005
2	36	0,0276	1	1,0	100	0,01
3	18	0,0552	0,5	2,0	50	0,02
4	9	0,1111	0,25	4,0	25	0,04
5	3	0,3333	0,08	12,5	8	0,125
6	0,9	1,1111	0,025	140,0	2,5	0,4
7	3600 сек	1 год=60с	1 сек	Секунди /м	1 сек.	
Масштаб решітки для фіксованого часу тривалості руху у просторі подій						
	0,1 км/год		0,01 м/с		1 см/с	

У однакових умовах НПС кожен перехід з минулого попереднього стану (i, j) у наступний інший стан ($i+1, j+1$) не відбувається миттєво й з розривами. Неперервність означає певну (Табл.1) реальну тривалість перехідного процесу, у межах фіксованих околів ПЧК локальної зони.

Обґрунтування проблеми. Аварійність, дорожньотранспортної пригоди, травматизм та загибель у випадках катастроф під час здійснення транспортних потоків існує завжди у всіх найкраще розвинених державах світу. Про це свідчать власні та міжнародні щорічні статистичні звіти підсумку за показниками безпеки руху сучасних смарт «розумних» транспортних засобів. Протилежні поняття, відповідні показники для застосування таких властивостей, визначають зрозумілі пари. Приклади проблемних протиріч наступні: життя – смертність; щастя або гармонія – нещастя, або розлад; безпека, як свобода руху – заборона, як неможливість бажаного необмеженого (вільного) руху; позитивний гарний – негативний чи хибний стан; управління чи керованість постійне й тривало – навпаки реалізуються некеровані фази, дефекти, втрати ресурсів. Останнє зменшує можливості протистояти (адекватно ухилятися) ризикам, відмова, невизначеності. Протилежність геометричних розділень на задачні міри відстаней антиподних пар чітка, візуалізована, розуміла. Тому предикатні символи або та разом не потребують полеміки. Різні образи, зображення, які їх реальні об'єкти, ефективні при прийнятті техніко-технологічних рішень (ТТР) якісного, категорійного, цілісного характеру щоб спрямувати до обраної цілі. В умовах природних ризиків та невизначеності миттєвих збігів обставин завдання на розв'язування глобальної проблеми підвищення рівнів безпеки руху транспортних засобів полягає завжди у знаходженні неперервного шляху транспортування. Обов'язкове це лише у БОЗ – безпечному околі зеленої хвилі дозволеної швидкості. Однозначно на

цій трансверсальній траєкторії [3,4], яка ніколи фактично не перетинає площину НОЧ – небезпечні околиці червоних хвиль хаосу, у наслідок відсутності контактних зіткнень й тому не має катастрофічних явищ, аварій та ДТП [5,6].

Згідно інформаційних технологій {якщо є початок планових дій, то в умовах впливів факторів НОЧ з боку НПС отримання корисного, ефективного, економічного результату можливо} умова лише шляхом неперервного керованого процесу у межах БОЗ на всіх ієрархічних рівнях організації взаємодії {інтелектуальних комплексів класу OSI за міжнародними ISO стандартами} [7-17].

Завдання на майбутнє підвищення рівнів безпеки дорожнього (у межах БОЗ) руху ТЕО ITS охоплюють системо-технічні теоретичні та методологічні основи й інструментальні засоби цифровізації. Шляхом огдин- створення новітніх комплексів спостереження, навігації, управління, телекомунікації, переробки, збереження, накопичування достовірних знань та оперативного упередженого синтезу дієвих законів фактичного керування без ДТП [1,2,14,15].

Мета та задачі дослідження. Підвищення ефективності технології моделювання інтеграційних процесів оперативного управління режимами функціонування транспортно-енергетичних об'єктів (ТЕО) інтелектуальних транспортних систем (ITS – Intelligent Transportation Systems) за стандартами найвищого рівня безпеки (SHS – Standard Highest Safety) в умовах ризиків та невизначеності, що притаманні взаємодіям відкритих систем (OSI – Open System Interconnection). Безпрецедентний рівень безпеки руху (Unprecedented Safety) без ДТП, аварій, катастроф означає для дорожнього руху створення ITS нового класу (IVHS – Intelligent Vehicles, Highway Systems) на базі комплексного вдосконалення засобів управління рухом у межах єдиної інтегрованої системи типу AVGS (Advanced Vehicle Control Systems) [4], як складної динамічної системи (СДС).

Об'єкт дослідження – процеси автоматизованих визначень та обчислень безпечних траєкторій рухомих об'єктів з застосуванням ресурсів інтелектуального досвіду та знань запобігання зіткнень, контактів, аварійно-катастрофічних явищ у поточній зоні локального техногенно-природного комплексу інтелектуальних транспортних систем сучасності.

Предмет дослідження – моделі, методи та інструментальні засоби системи моделювання з складових інтелектуальних інформаційних технологій для ергатичного обґрунтування техніко-економічних показників рівня безпеки дорожнього руху транспортних засобів в умовах невизначеності, ризиків, загроз, збурень.

Методи досліджень системний аналіз та синтез; математично-аналітичне моделювання; інтегральні та диференціальні перетворення; теорія подібності, розмірності, кодування; методи ймовірності та статистики, надійності та функціональної стійкості СДС.

Основні результати дослідження. Розвинена теорія керованого утворення основ організації та саморозвитку рухомих ТЕО ITS без руйнівних ДТП й зіткнень. Незважаючи на реальні дії збурень, завад, загроз нестационарного природного середовища (НПС) учасники дорожнього руху (УДР) застосовують у межах техно-природних комплексів (ТПК) єдиний інформаційний простір (ЄІП). Інформаційні технології формують шляхом активності самоадаптації цільову обізнаність про місце положення локальних місцевих околів безпеки та завдяки автоматизованій підтримки свідомих водіїв реалізують процеси оперативного управління СДС. За цих умов режими будуть функціонально стійкі без ДТП. Рівень безпеки руху завдяки упередження (без запізнень й очікувань) забезпечує антикризові, запобіжні, коригувальні але законні дії. Трансверсальні траєкторії обумовлюють примусове маневрування та урахування ухилень без зіткнень, контактів й руйнувань власного транспортного засобу чи інших учасників транспортних потоків.

Мовна організація взаємодії комп'ютерних засобів БІКК. В сучасному світі ергатичні засоби автоматизації [7-19] набувають масового розповсюдження маже у всіх видах людської діяльності. Тому покращення взаємодії ТЕО на межі штучного, природного та НМІ мовного M_j інтелекту потребує подальшу спільну організацію засобів ITS [12].

За траєкторіями БОЗ можливі самопоширені у ПЧК режими маніпулювання під час роботи без ДТП, аварій, катастроф. Коли БІКК всередині СДС у межах розгалужених ієрархічних контурах управління, тоді зворотними зв'язками існує комплексний гетерогенний зв'язок. Автоматизовані та автоматичні процеси системно, безперервно з фазами (самонавчання, самоорганізації, самоналаштування, програмування маніпулювання, самокерування, відновлення) за головними визначальними параметрами $X, \dot{X}, \ddot{X}, \ddot{\ddot{X}}$ місцеположення реалізують стабілізацію ФС СДС.

Розраховані рівняння ТТР містять параметри керування, як опис {кут оберту $\langle \varphi, \omega = 2\pi f / \dot{\varphi}, \dot{\omega} = \ddot{\varphi}, \ddot{\omega} = \ddot{\ddot{\varphi}} \}$

Синтез законів руху та цільової кривої з своїми імовірнісними властивостями p, q враховує фактор вектор-функції, як точний чіткий $p+q=1$ опис. Класичний розв'язок задач динаміки СДС, що мають k ступенів вільності, реалізуються за рівнянь, де головні зв'язки Лагранжа $\frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_j} = \frac{\partial T}{\partial q_j} = F_j = (F - F_q) = (\dot{q}, \dot{q}_2, \dots, \dot{q}_k)$.

Символи інтерпретуємо відповідним чином:

$$\dot{q}(t) = \frac{\partial q(t)}{\partial t} \text{ T- кінетична енергія } L^{+1}T_0^{-1} \quad (10)$$

$V_j = \overline{i, k} \in N$ швидкість узагальнення; F_j – узагальнені сили; $Q(t) = (q_1 t, q_2 t, \dots, q_k t)$ кінетична динамічна траєкторія. Тоді критеріальні показники окремо описують оцінки: якість, стабільність, доцільність, корисну ефективність, що задовольняють критеріям законам природи. Наприклад, вимога ГАУ для процесів створення майбутнього руху БОЗ має вигляд

$$\{A_0 \ddot{x} + A_1 \dot{x} + A_2 x\} = \theta(t, x, \dot{x}) + BU + F_1 + F_2. \quad (11)$$

Закон непрямого управління:

$$U^{(m)} = H(t, x, \dot{x}, U, \dot{U}, \dots, U^{(m-1)}) + C \cdot V, V \in R^{(k)}. \quad (12)$$

Протилежні процеси визначають зону гістерезисної функції

$$\varphi(x) = \begin{cases} 1 & \text{при } x < 1 \text{ БОЗ вперед} \\ -1 & \text{при } x > -1 \text{ назад.} \end{cases} \quad (13)$$

Вектор керованої зміни управління $V=V_0 + V_1$, де $V_1 = V(t, x, \dot{x}, U, \dot{U}, \dots, U^{(m-1)})$ складається з

$$v_{0j} = \sum_{s=1}^r \beta_{js} \cdot \varphi(\vartheta_{js} - \theta_{js}), \forall j = \overline{1, k}, \forall \vartheta_{js} - \text{ лінійні форми.} \quad (14)$$

Визначаємо умови відповідно задачі ситуації конкретного типу. Наприклад, у випадках збурень чи навантажень типу удару (зброс, наброс) виду $\text{СОС } \max|f_{12}| < x_1 \quad \max(s) < x_2$ для $\forall i = \overline{1, k}$ конкретні адекватні обмеження на діячі фактори впливу НПС=ЗНОС та СДС. Спектр збурень чи навантажень звичайно складено з відповідних часткових гетерогенних компонент для ударних імпульсів.

У випадках існування нульового впливу тобто відсутності нестаче контактного збурення чи удару на корпус ТЕО, МТЗ. Стверджуємо гіпотезу Н1 наступним чином. Саме у вищезначену гіпотезу умовах (нульових по будь-яким відхиленням контрольованих параметрів) знайдемо такий закон непрямого управління H та такий вектор керування, що для кожного ТТР руху СДС буде виконуватись $\|x(t_1 t_0 x_0) - \theta(t_1 t_0 \theta_0)\| < \varepsilon$. Дійсно існує зона гістерезису навколо нерухомих координат. В наслідок величина значення буде обмеженою. З урахуванням $\hat{t} = \max t_i$, що забезпечують вхід проникнення у зону гістерезис безпеки та там тоді $|\vartheta_i| \leq |\nu \theta_i| + l$ може лише коливатись відповідно $|\vartheta_i| \leq |\nu Q_i| + l^{-l}$ за умов $\forall i = \overline{1, k}$ та $t > \hat{t}$. Приклад рішення рівняння $\dot{\vartheta}_i = \varphi(\vartheta_i - \nu \theta_i)$ в формі Коші з початковими умовами $x_i(t_0) = x_0$ може мати вигляд

$$x_i(t) = c_1 \exp k_1 t + c_2 \exp k_2 t + \int_{\tau_0}^t K(t, \tau) \sigma_i(\tau) d\tau$$

$$c_1 = (k_1 x_{0j}) / (k_2 - k_1); c_2 = (k_2 x_{0j}) / (k_1 - k_2)$$

де $k^2 + \lambda_i k + \mu_i = 0$ корені рівняння узгодження двох складових.

Переходимо до ЖЦ узагальнення СДС, що має вид $x_i(t) = \sum_{j=1}^{m+1} C_{ij} \exp k_{ij} t + \int_{\tau_0}^t k_i(t, \tau) \sigma_i(\tau) d\tau$, за умов $x_i(t) - \theta_i(t) < \varepsilon / \sqrt{k}$.

В умовах змінної структури СДС управління. Також задовольняється на поняттях

$$\|x(t, t_0, x_0, \dot{x}_0, \dots, \dot{x}_0^{(m-1)}) - \theta(t, t_0, \theta_0)\| < \varepsilon,$$

$$\|x(t, t_0, x_0) - \theta(t, t_0, \theta_0)\| < \varepsilon, t > T, \|x(t)\| = \sqrt{\sum_{i=1}^n x_i(t)}.$$

При якісному цільовому виборі законів БОЗ як трансверсальної кривої маневру за час T перехідного процесу у локальному реальному обмеженому ПЧК вектори ГАУ асимптотично $\exp(-\lambda t)\sigma(t)$ змінюються. Тому вони виводять на цільову корисний шлях продовження СНУР у стаціонарному режимі без НОЧ тобто як БОЗ. Всі можливі варіації взаємовідносин кінематичної траєкторії БОЗ не змінюють ФС та задовольняють трубці допуском без ДТП, аварій, катастроф. Незважаючи на гетерогенну різноманітність природи автоколивальних режимів у зоні гістерезису (зміни випадкові нестационарні) процес руху ТЕО, МТЗ залишається ФС якісно стаціонарним БОЗ але програмно обмеженим.

Параметризація накопиченого досвіду. Світовий досвід експлуатації ділянок ВДМ та ТДК ITS доводить, що саме на первинному етапі проектування плану складання шарів конструктивного дорожнього одягу (ШКДО) [14] закладаються якісні та кількісні оцінки результируючих техніко-економічних показників (ТЕП) заданих ПЕВО об'єктів транспортної інфраструктури. Можливі похибки та помилки людського фактору на цьому етапі виключаються шляхом ретельно точної (rips) відповідності S об'єкту разом з його майбутнім властивостям (Property) $P_i = (P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{ik})$, що зафіксовані документально [20-22], як кортеж стандартизованих, уніфікованих верифікованих атрибутів P_i класу опису завдання для кожної ділянки транспортного сполучення між геодезично визначеними на карті точками ПЧК. Тоді всі інші ПІМ $P_i \forall i = \overline{1, n}$ кожній групі точно підпорядковані фактичним властивостям ЗНОС даного ПЧК, що наприклад включають: клас дороги з показниками інтенсивності та пропускної здатності чисельних представників НТЗ; кліматичні й погодні варіації по типовим рокам сонячної активності; максимальні й мінімальні температурні впливи (спека-посуха, зволоження, заморозки) на матеріали дорожнього одягу; геологічні характеристики матеріалів фундаменту-основи та корисних місцевих копалин-джерел, піску, щебня, глини та іншої сировини, що буде формувати кожний штучний конструктивний матеріал (ШКМ) у межах проектного (варіантного) КСШДО S об'єкту; геометричні 3D параметри криволінійної траси з відповідними чисельними даними стосовно радіусів кривизни (сполучення), довжини ділянок-смуг, відповідних кутів за нормами ДСТУ тощо. Слід підкреслити, що пам'ять конкретного ПАК забезпечує зберігання й видачу інших необхідних даних, які попередньо накопичені в архівах, наприклад Indor Paverment [14].

Закони відповідного управління згідно розгалуження та координації процедур обробки. Первинними процесно інфологічними моделями (ПІМ) будуть необхідні та достатні кортежі $P_i \forall i = \overline{1, n}$, що одночасно фіксують умови маніпуляції в точках прийняття рішень. Для цього лінгвістичні описи-стандартні визначення [20-22] параметризують конкретні сутності, особливостей та специфіки (СОС) поняття сфери застосування узагальнених знань практичного досвіду, а також уніфікований системний код (УСК) необхідний для активації автоматичних процедур у межах даного ПАК для кожного МТЗ.

Активовані ситуативно управляючі модулі (СУМ) на підготовчих етапах тобто попереду виконавчих процедур виконують операції синтезу робочих базових чи оперативних моделей (РБМ або РОМ). Для цього відповідні ПІМ СУМ містять індикатори для пошуку й обробки даних з архівних таблиць. Мова Excel, наприклад виду Табл. 1 дозволяє з множини ситуацій розгалуження вибирати константи на варіативні SHS пошуки. Це скорочує час за рахунок знання ризику невизначеності з попередніх етапів наведення до даного моменту дії ПАК.

Висновки.

Застосування інформаційних систем і технологій у межах СДС-безперервна інтеграція визначальних ергатичних процесів оперативного управління рухом ТЕО. Факти існування режимів SHS одночасно відображають шляхи самонакопичуемого (персонального водія та спільного державного) досвіду, знань, умінь. Практична обізнаності стосовно почергових фаз життєвого циклу ITS (класу IVHS та типу AVCS) гарантує ефективність реалізації техніко-технологічних рішень (ТТР). Існування SHS інтервалів гарантує комбінаторну протидію на трансверсальних траєкторіях без ДТП. В умовах реальних екстремальних явищ НПС на робочих площинах ТПК, коли імовірнісний простір існує безперервний безпечний окіл зеленої (БОЗ) хвилеподібної зони, що відповідає цільовим критеріям SHS-безпеки руху, життя, майбутнього розвитку адаптивної взаємодії гарантує ситуативні умови коли $p+q=1$.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Організація об'єднаних націй [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <https://www.un.org/ru/>.
2. Кабінет міністрів України розпорядження від 21 жовтня 2020 р. № 1360-р Київ [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-strategiyi-pidvishchennya-rivnya-bezpeki-dorozhnogo-ruhu-v-ukrayini-na-period-do-2024-roku-i211020-1360>.
3. Бідюк П. І. Моделювання та прогнозування нелінійних динамічних процесів / П. І. Бідюк, І. В. Баклан, Я. І. Баклан, Л. О. Коршевнюк, В. І. Літвіненко. - К. : ЕКМО, 2004. - 120 с.
4. Корн Г. Корн Т. Справочник по математике: (научных работников и инженеров). – М.:Наука (Korn G. Korn T. The reference book on mathematics: (for scientists and engineers).-1978.-832p.
5. Комісаренко О.С., Кравчук В.І., Баранов Г.Л. Інформатизація агропромислового комплексу із застосуванням розгалужених сервісів: стан і перспективи розвитку // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб.наук.пр. УкрНДІПВТ. Дослідницьке. - 2019.-Вип.24(38).-С.202-213.
6. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році. – К. Міністерство екології та природних ресурсів України. LAT&K.-2012.-258с.
7. Налютин Н.Ю., Рябов В.А. Управление рисками в программных проектах высокой надежности // Программные продукты и системы.-№3.-2011.-с.65-67.
8. European Commission «Digital Agenda for Europe. Available online at: // <https://ec.europa.eu/digital-single-market/>
9. Smtart Cities project. Available online at: <http://www.eess.europa.eu/>
10. A. Guide to the Project Management Body of knowledge (PMBOK®GUIDE) 5-th Edition PMI.-2012.-586P.
11. PRINCE2® and the IPMA® Competence Baseline [Електронний ресурс]/ Available from: // www.axelos.com/CMSPages/GetFile.aspx?guid=fad93bd9-elc7-4/86-99be-c48d3066cde3/
12. Пржибыл Павел, Свитек Мирослав. Телематика на транспорте. Перевод с чешского О. Бузека и В. Бузковой. Под.ред.проф. В.В. Сильянова. М.:МАДИ, 2003.-540с.
13. Морозов В.В. Управління проектами: процеси планування проектних дій: Підручник / В.В. Морозов, І.В. Чумаченко, Н.В. Доценко, А.М. Чередніченко. – К.: Університет економіки та права «Крок». – 2014.-673с.
14. Рукашникова Е.Е. Проектирование дорожных одежд в Indor Paverment / Е.Е. Рукашникова, К.А. Лубкина, А.В. Скворцов // Томск: Изд-во Том. ун-та, 2015.-284с.-doi:10.17273/book/2015.4
15. European e-Competence Framework. Acommon European Framework for ICT Professionals in all industry sectors. CWA 1634:2014 Part1: [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ecompetences.eu/e-cf-3-0-download/>
16. MSIS 2016 Global Competency Model for Graduate Degree Programs in information Systems.2016. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.utwente.nl/en/bit/about/MSIS-2016-ACM-AIS-curriculum.pdf>
17. MEK61131-3 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ko.com.ua/node/34561>
18. IEC61131-3: языки и средства программирования [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ko.com.ua/node/34561>
19. Класификация технологических процессов АСУТП [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://automation-system.ru/main/11-asutp/asu-tp/45-40-klassifikacziya-texnologicheskix-procессov-asu-tp.html>
20. Функции основных блоков SCADA-системы [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://automation-system.ru/main/62-about-scada/scada/7-427-funkczii-osnovnyx-blokov-scadan-sistemy.html>
21. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений.-М.:Мир, 1976.-165 с.
22. Патент USA Lotfi A. Zadeh, Saied Tadayon, Bijan Tadayon; заявл. 12.03.2018, опубл. 19.07.2018, Бюл. US20180204111A1.

REFERENCES

1. Organizaciya ob'yednany`x nacij [Elektronny`j resurs]/ Rezhym dostupu: <https://www.un.org/ru/>.

2. Kabinet ministriv Ukrainy` rozporjadzhennya vid 21 zhovtnya 2020 r. # 1360-r Ky`yiv [Elektronny`j resurs]/ Rezhy`m dostupu: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-strategiyi-pidvishchennya-rivnya-bezpeki-dorozhnogo-ruhu-v-ukrayini-na-period-do-2024-roku-i211020-1360>
3. Bidyuk P. I. Modelyuvannya ta prognozuvannya nelinejny`x dy`namichny`x procesiv / P. I. Bidyuk, I. V. Baklan, Ya. I. Baklan, L. O. Korshevnyuk, V. I. Litvinenko. - K. : EKMO, 2004. - 120 c.
4. Korn G. Korn T. Spravochny`k po matematy`ke: (nauchny`x rabotny`kov y` y`nzheny`m). - M.: Nauka (Korn G. Korn T. The reference book on mathematics: (for scientists and engineers).-1978.-832p.
5. Komisarenko O.S., Kravchuk V.I., Baranov G.L. Informaty`zaciya agropromy`slovogo kompleksu iz zastosuvannjam rozgaluzheny`x servisiv: stan i perspekty`vy` rozvy`tku // Tekhniko-technologichni aspekty` rozvy`tku ta vy`probuvannya novoyi teknyky` i tehnologij dlya sil`s`kogo gospodarstva Ukrainy`: Zb.nauk.pr. UkrNDIPVT. Doslidny`cz`ke. - 2019.-Vy`p.24(38).-S.202-213.
6. Nacional`na dopovid` pro stan navkoly`shn`ogo pry`rodnogo seredivy`shha v Ukraini u 2011 roci. - K. Ministerstvo ekologiyi ta pry`rodny`x resursiv Ukrainy`. LAT&K.-2012.-258s
7. Nalyuty`n N.Yu., Ryabov V.A. Upravleny`e ry`skamy` v programny`x proektax vysokoj nadezhnosti` // Programny`e produkty` y` sy`stemy`.-#3.-2011.-s.65-67.
8. European Commission «Digital Agenda for Europe. Available online at: // <https://ec.europa.eu/digital-single-market/>
9. Smart Cities project. Available online at: <http://www.eess.europa.eu/>
10. A. Guide to the Project Management Body of knowledge (PMBOK®GUIDE) 5-th Edition PMI.-2012.-586P.
11. PRINCE2® and the IPMA® Competence Baseline [Elektronny`j resurs]/ Available from: // www.axelos.com/CMSPages/GetFile.aspx?guid=fad93bd9-elc7-4/86-99be-c48d3066cde3/
12. Przhy` byl Pavel, Svy`tek My`roslav. Telematy`ka na transporte. Perevod s cheshskogo O. Buzeka y` V. Buzkovej. Pod.red.prof. V.V. Sy`l`yanova. M.:MADY`, 2003.-540s.
13. Morozov V.V. Upravlinnya proektamy`: procesy` planuvannya proektny`x dij: Pidruchny`k / V.V. Morozov, I.V. Chumachenko, N.V. Docenko, A.M. Cherednichenko. - K.: Universy`tet ekonomiky` ta prava «Krok». - 2014.-673s.
14. Rukashny`kova E.E. Proekty`rovany`e dorozhny`x odezhd v Indor Paverment / E.E. Rukashny`kova, K.A. Lubky`na, A.V. Skvorcov // Tomsk: Y`zd-vo Tom. un-ta, 2015.-284s.-doi:10.17273/book/2015.4
15. European e-Competence Framework. A common European Framework for ICT Professionals in all industry sectors. CWA 1634:2014 Part1: [Elektronny`j resurs]. Rezhy`m dostupu: <http://www.ecompetences.eu/e-cf-3-0-download/>
16. MSIS 2016 Global Competency Model for Graduate Degree Programs in information Systems.2016. [Elektronny`j resurs]. Rezhy`m dostupu: <https://www.utwente.nl/en/bit/about/MSIS-2016-ACM-AIS-curriculum.pdf>
17. MEK61131-3 [Elektronny`j resurs]. Rezhy`m dostupu: <http://ko.com.ua/node/34561>
18. IEC61131-3: yazyky` y` sredstva programy`rovany`ya [Elektronny`j resurs]. Rezhy`m dostupu: <http://ko.com.ua/node/34561>
19. Klasy`fy`kacy`ya tekhnology`chesky`x procesov ASUTP [Elektronny`j resurs]. Rezhy`m dostupu: <https://automation-system.ru/main/11-asutp/asu-tp/45-40-klassifikacziya-tekhnologicheskix-procressov-asu-tp.html>
20. Funkcy`y` osnovny`x blokov SCADA-sy`stemy` [Elektronny`j resurs]. Rezhy`m dostupu: <https://automation-system.ru/main/62-about-scada/scada/7-427-funkczii-osnovnyx-blokov-scadan-sistemy.html>
21. Zade L.A. Ponyaty`e ly`ngvy`sty`cheskoj peremennoj y` ego pry`meneny`e k pry`nyaty`yu pry`bly`zhenny`x resheny`j.-M.:My`r, 1976.-165 s.
22. Patent USA Lotfi A. Zadeh, Saied Tadayon, Bijan Tadayon; zayavl. 12.03.2018, opubl. 19.07.2018, Byul. US20180204111A1.

РЕФЕРАТ

Баранов Г.Л. Технологія моделювання інтеграційних процесів для підвищення рівня безпеки дорожнього руху транспортних засобів / Г.Л. Баранов, О.С. Комісаренко, В.В. Донець, О.М. Прохоренко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки» Науково-технічний збірник. - К. : НТУ, 2021. - Вип. 1 (48).

Стаття присвячена розвитку технологій моделювання інтеграційних процесів, що синергетично впливають на рівень безпеки дорожнього руху транспортних засобів умовах ризиків та невизначеності факторів нестационарного природного середовища.

Формалізовано математичний опис заданої сфери та інформаційного простору взаємодії учасників дорожнього руху в зонах найбільшої ймовірності скоєння дорожньо-транспортних пригод про що свідчить статистика спостережень.

Обґрунтовано сутність, особливості та специфіка ситуативних режимів динамічної, неперервної взаємодії між учасниками дорожнього руху, водіями транспортних засобів та факторами впливу оточуючого середовища у просторово-часових дискретних комірках електронної карти критичної зони за ознаками частоти попередніх аварійних пригод.

Запропоновані аналітичні засоби формування трансверсальних траєкторій безпечного руху без аварій та катастроф, що гарантуються відповідними бортовими інформацій керованими комплексами (БІКК) транспортних засобів. Активне цільове управління у межах системи навігації та керування рухомими об'єктами реалізується з упередженням за критеріями підвищення рівня безпеки дорожнього руху безпосередньо у поточній критичній зоні вулично-дорожній мережі. Розвинуто метод дискретного динамічного програмування процесів синтезу та реалізації керованого руху на гарантовано безпечній трансверсальній траєкторії, що локально застосовується лише ситуативно у межах перехідного режиму ухилення від наближення до загроз з ударними контактами. Формалізована технологія параметризації прогнозних взаємних функцій маневрування в умовах індивідуальних обмежень на локальному просторово-часову зону власного руху для пари транспортних засобів, що реально наближаються один до одного.

Інформаційно-аналітичні засоби БІКК забезпечують достовірність оцінок інтервалу витривалості руху згідно призначеної з упередженням кускової неперервної трансверсальної кривої, яка одночасно передбачає локальні точки ухилення від зіткнень або проходження заборонених локальних мікрозон. Єдині методи моделювання кожним БІКК різних транспортних засобів активно синтезують парні мікрофазні просторові розділення власних траєкторій, що за фактами наявності ризиків фіксують відсутність дорожньо-транспортних пригод з втратами безпеки у межах нестационарних потоків за рахунок передбаченого узгодження множинної гетерогенної взаємодії за подібних умов натурних наближень.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БЕЗПРЕЦЕДЕНТНА БЕЗПЕКА, РУХ ТРАНСПОРТУ, ГАРАНТОВАНЕ УПРАВЛІННЯ, ЗАПОБІГАННЯ ЗІТКНЕНЬ, РОЗУМНА ДИНАМІКА.

ABSTRACT

Baranov G.L., Komisarenko O.C., Donets V.V., Prokhorenko O.M. Technology modeling integration processes to increase the level road safety vehicles. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2021. – Issue 1 (48).

The article is devoted to the development of technologies for modeling integration processes that synergistically affect the level of road safety of vehicles in terms of risk and uncertainty of non-stationary environmental factors.

The mathematical description of the given sphere and information space of interaction of road users in the zones of the greatest probability of commission of road accidents is formalized that is shown by statistics of supervision.

The essence, peculiarity and specificity of situational modes of dynamic, continuous interaction between road users, drivers and environmental factors in the space-time discrete cells of the electronic map of the critical zone on the basis of the frequency of previous accidents are substantiated.

Analytical means of formation of transversal trajectories of safe movement without accidents and catastrophes are offered, which are guaranteed by the corresponding on-board information controlled complexes (BICC) of vehicles. Active targeted management within the system of navigation and control of mobile objects is implemented with a bias on the criteria to increase the level of road safety directly in the current critical area of the road network. A method of discrete dynamic programming of processes of synthesis and realization of controlled motion on a guaranteed safe transverse trajectory has been developed, which is locally applied only situationally within the transient mode of evasion from approach to threats with shock contacts. The technology of parameterization of predicted mutual maneuvering functions in the conditions of individual restrictions on the local space-time zone of own motion for a pair of vehicles that are really close to each other is formalized.

BICC information and analytical tools ensure the reliability of estimates of the interval of endurance according to the prejudiced piecewise continuous transverse curve, which also provides local points of avoidance of collisions or the passage of forbidden local microzones. The only methods of modeling different vehicles by each BICC actively synthesize paired microphase spatial divisions of their own trajectories, which, due to the presence of risks, record the absence of traffic accidents with loss of safety within nonstationary flows due to the coordinated multiple heterogeneous interaction under similar conditions of field approximations.

KEY WORDS: UNPRECEDENTED SAFETY, TRAFFIC, GUARANTEED MANAGEMENT, COLLISION PREVENTION, REASONABLE DYNAMICS.

РЕФЕРАТ

Баранов Г.Л. Технология моделирования интеграционных процессов для повышения уровня безопасности дорожного движения транспортных средств / Г.Л. Баранов, Е.С. Комисаренко, В.В. Донец, А.Н. Прохоренко // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2021. – Вып. 1 (48).

Статья посвящена развитию технологий моделирования интеграционных процессов, синергетически влияют на уровень безопасности дорожного движения транспортных средств условиях рисков и неопределенности факторов нестационарной среды.

Формализована математическое описание заданной сферы и информационного пространства взаимодействия участников дорожного движения в зонах наибольшей вероятности совершения дорожно-транспортных происшествий, о чем свидетельствует статистика наблюдений.

Обосновано сущность, особенность и специфика ситуативных режимов динамической, непрерывно взаимодействия между участниками дорожного движения, водителями транспортных средств и факторами влияния окружающей среды в пространственно-временных дискретных ячейках электронной карты критической зоны по признакам частоты предыдущих аварийных происшествий.

Предложенные аналитические средства формирования трансверсальных траекторий безопасного движения без аварий и катастроф, гарантируются соответствующими бортовыми информацией управляемыми комплексами (БИККО) транспортных средств. Активное целевое управление в рамках системы навигации и управления подвижными объектами реализуется с предубеждением по критериям повышения уровня безопасности дорожного движения непосредственно в текущей критической зоне улично-дорожной сети. Развита метод дискретного динамического программирования процессов синтеза и реализации управляемого движения на гарантированно безопасной трансверсально траектории, локально применяется только ситуативно в пределах переходного режима уклонения от приближения к угрозам с ударными контактами. Формализованная технология параметризации прогнозных взаимных функций маневрирования в условиях индивидуальных ограничений на локальную пространственно-временную зону собственного движения для пары транспортных средств, реально приближаются друг к другу.

Информационно-аналитические средства БИККО обеспечивают достоверность оценок интервала выносливости движения согласно назначенной с предубеждением кусковой непрерывной трансверсальной кривой, которая одновременно предусматривает локальные точки уклонения от столкновений или прохождения запрещенных локальных микрозонах. Единые методы моделирования каждым БИККО различных транспортных средств активно синтезируют парные микрофазы пространственные разделения собственных траекторий, по фактам наличия рисков фиксируют отсутствие дорожно-транспортных происшествий с потерями безопасности в рамках нестационарных потоков за счет предусмотренного согласования множественной гетерогенной взаимодействия в подобных условиях натуральных приближений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: БЕСПРЕЦЕДЕНТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ДВИЖЕНИЕ ТРАНСПОРТА, ГАРАНТИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ, ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ СТОЛКНОВЕНИЙ, УМНАЯ ДИНАМИКА.

АВТОРИ:

Баранов Г.Л., доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры информационных систем и технологий, тел. 280-70-66, Украина, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 347а. <https://orcid.org/0000-0003-2494-8771>

Комісаренко Олена Сергіївна, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри інформаційних систем і технологій, e-mail: olenakomisarenko@ukr.net, тел. +380974638845, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 01.

Донець Вероніка Василівна, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри інформаційних систем і технологій, e-mail: nerik2008@ukr.net, тел. +380934686692, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 01

Прохоренко Олександр Михайлович, Національний транспортний університет, студент кафедри інформаційних систем і технологій, e-mail: kist.ntu.edu.ua@gmail.com, тел. +380664306278, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 01.

AUTHOR:

Baranov GL, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of the Department of Information Systems and Technologies, tel. 280-70-66, Ukraine, 01010, Kyiv, street. Suvorov, 1, k. 347a. <https://orcid.org/0000-0003-2494-8771>

Komisarenko O.S., National Transport University, Senior Lecturer department of information systems and technologies, e-mail: olenakomisarenko@ukr.net, tel. +380974638845, Ukraine, 01010, Kyiv, 1, M. Omelianovycha-Pavlenka Str.

Donets V.V., National Transport University, Senior Lecturer department of information systems and technologies, e-mail: nerik2008@ukr.net, tel. +380934686692, Ukraine, 01010, Kyiv, 1, M. Omelianovycha-Pavlenka Str.

Prohorenko O.M., National Transport University, student department of information systems and technologies, e-mail: kist.ntu.edu.ua@gmail.com, tel. +380664306278, Ukraine, 01010, Kyiv, 1, M. Omelianovycha-Pavlenka Str.

АВТОРЫ:

Баранов Л., доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры информационных систем и технологий, тел. 280-70-66, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 347а. <https://orcid.org/0000-0003-2494-8771>

Комисаренко Елена Сергеевна, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры информационных систем и технологий, e-mail: olenakomisarenko@ukr.net, тел. +380974638845, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Емельяновича-Павленко, 1, к. 347а.

Донец Вероника Васильевна, Национальный транспортный университет, старший преподаватель кафедры информационных систем и технологий, e-mail: nerik2008@ukr.net, тел. +380934686692, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Емельяновича-Павленко, 1, к. 347а

Прохоренко Александр Михайлович, Национальный транспортный университет, студент кафедры информационных систем и технологий, e-mail: kist.ntu.edu.ua@gmail.com, тел. +380664306278, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Емельяновича-Павленко, 1, к. 347а.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Прокудін Г.С., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри міжнародних перевезень і митного контролю, Київ, Україна.

Писарчук О.О., доктор технічних наук, професор, лауреат державної премії України в галузі науки і техніки. Професор кафедри авіоніки навчально-наукового інституту аеронавігації, електроніки та телекомунікацій НАУ.

REVIEWER:

Prokudin H.S., Doctor of Engineering Sciences, professor, National Transport University, professor department of international road transportation and customs control, Kyiv, Ukraine.

Pisarchuk O.O., Doctor of Technical Sciences, professor, laureate of the state award of Ukraine in the field of science and technology. Professor, Department of Avionics, Educational and Scientific Institute of Aeronavigation, Electronics and Telecommunications, NAU.