



УДК 65.012.123

FEATURES OF THE MATHEMATICAL MECHANISM FOR ENSURING THE SUSTAINABILITY TRANSPORT PROCESSES IN THE EXTERNAL ENVIRONMENT**ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МЕХАНІЗМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ В ЗОВНІШНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ****Liamziin A.A. / Лямзін А.О.***d.t.s., assoc.prof. / д.т.н., доц.***Mnazakanyan M. S. / Мнацаканян М.С.***k.t.s., assoc.prof. / к.т.н., доц.***Puliakh V.A./Пулях Б.А.***graduate student / аспірант***Telcov V. S./Тельцов В.С.***magistr/magistr**Pryazovskyi State Technical University, Mariupol, Universytets'ka, 7, 87555**Приазовський державний технічний університет, Маріуполь, Університетська, 7, 87555*

Анотація. В роботі наведено метод визначення стійкості транспортного процесу між фазовими характеристиками діяльності споживачів транспортних послуг та експлуатаційних умов, що визначають ефективність роботи транспортних одиниць. Ступінь впливу транспортного процесу визначається обсягом «брудного ресурсу» в природному середовищі, як-то обсягом газоподібних, твердих і рідких речовин, що негативно впливають на компоненти атмосфери, гідросфери і літосфери. Оцінка стійкості здійснюється за допомогою коефіцієнтів деформації властивостей природного середовища та економічними показниками екологічних збитків.

Ключові слова: моделювання, транспортні процеси, стійкість.

Вступ

Ефективне управління стійкістю транспортними процесами здійснюють за допомогою комплексу інтегрованих рішень на основі високих технологій, інтелектуальних методів моделювання руху транспортних засобів, програмного забезпечення, обробки інформації про транспортні процеси в режимі реального часу. Якість управління транспортними процесами забезпечують своєчасною реакцією системи на зміну умов дорожнього руху. Таким чином, реалізація стратегії управління стійкістю транспортного процесу за рахунок використання методів короткострокового прогнозу є актуальним завданням для міст із великим обсягом промислових вантажопотоків та пасажиропотоків.

Основний текст

Транспортний процес забезпечує реалізацію поточних процесів від транспортного обслуговування сировинної бази до доставки готової продукції. Функціональність та екологічна безпечність транспортного потоку залежить від циклічної взаємодії її складових та динамічності роботи суб'єктів, що забезпечують життєдіяльність на різних рівнях (державна/регіональна, муніципальна, промислова).

Отже, формування механізму управління стійкістю транспортних процесів дозволить захистити зовнішнє природне середовище від негативного впливу їх складових.



Для оцінки проектної безпечності (абсолютної) організації структурних, функціональних та управлінських компонентів транспортних процесів скористаємося визначенням норми абсолютної організації його компонентів, запропонованої Г.А. Голіциним [1]:

$$Q_{ni} = \frac{\sum_{j=1}^m y_j^{(i)} \cdot Q_{nj}^{(i)}}{\sum_{j=1}^m y_j^{(i)}} \quad (1)$$

де: Q_{ni} – норма (показник) абсолютної організації i -го компоненту, яка відповідає цілям транспортних процесів;

$Q_{nj}^{(i)}$ – норма (показник) абсолютної організації j -го компоненту середовища для i -го компонента системи транспортних процесів;

$y_j^{(i)}$ – жорсткість (допустима межа коливань) норми $Q_{nj}^{(i)}$.

Як правило, структуру транспортних процесів формують на тривалий термін і тоді норму визначають динамікою змін від початкового до поточного

їх стану [1]:

$$Q_{ni} = \frac{\sum_{j=1}^f y_j^{(i)} \cdot Q_{nj}^{(i)}}{\sum_{j=1}^f y_j^{(i)}} \quad (2)$$

Систему транспортних процесів можна представити об'єднанням множин:

$$S \Leftrightarrow \langle \{A\} \cup \{B\} \cup \{U\} \rangle, \quad (3)$$

де: $\{A\}$ – множина рухомого складу та об'єктів транспортної інфраструктури;

$\{B\}$ – множина логістичних транспортних процесів;

$\{U\}$ – множина управлінських рішень.

Складові транспортних процесів є джерелом забруднення, що погіршує стан природної рівноваги зовнішнього середовища. Забруднювачі безперервно включаються в кругообіг речовин в екологічний цикл.

"Вузловими" факторами, які впливають на ефективність управління стійкістю є промислові та муніципальні складові транспортних процесів, що формують спектр основних типів забруднень. Типи забруднення СВДМПЗ транспортними потоками наведено в таблиці 1 [2, 3].

Таблиця 1

Типи забруднень від системи транспортних процесів

Основні типи забруднень середовища вулично-дорожньої мережі промислових зон			
Фізичне (теплове, шумове, електромагнітне, світлове, радіоактивне)	Хімічне (важкі метали, пестициди, пластик, пластмаса та ін.)	Біологічне (біогенне, мікробіологічне, генетичне)	Інформаційне (інформаційний "шум", помилкова інформація, фактори занепокоєння)

Функціональний зв'язок транспортної та екологічної складових можна представити як функцію (сукупність екологічних характеристик $(EX_1, EX_2, \dots, EX_n)$ і передавальної функції ПФ):

$$F_C = f(EX_1, EX_2, \dots, EX_n, ПФ). \quad (4)$$

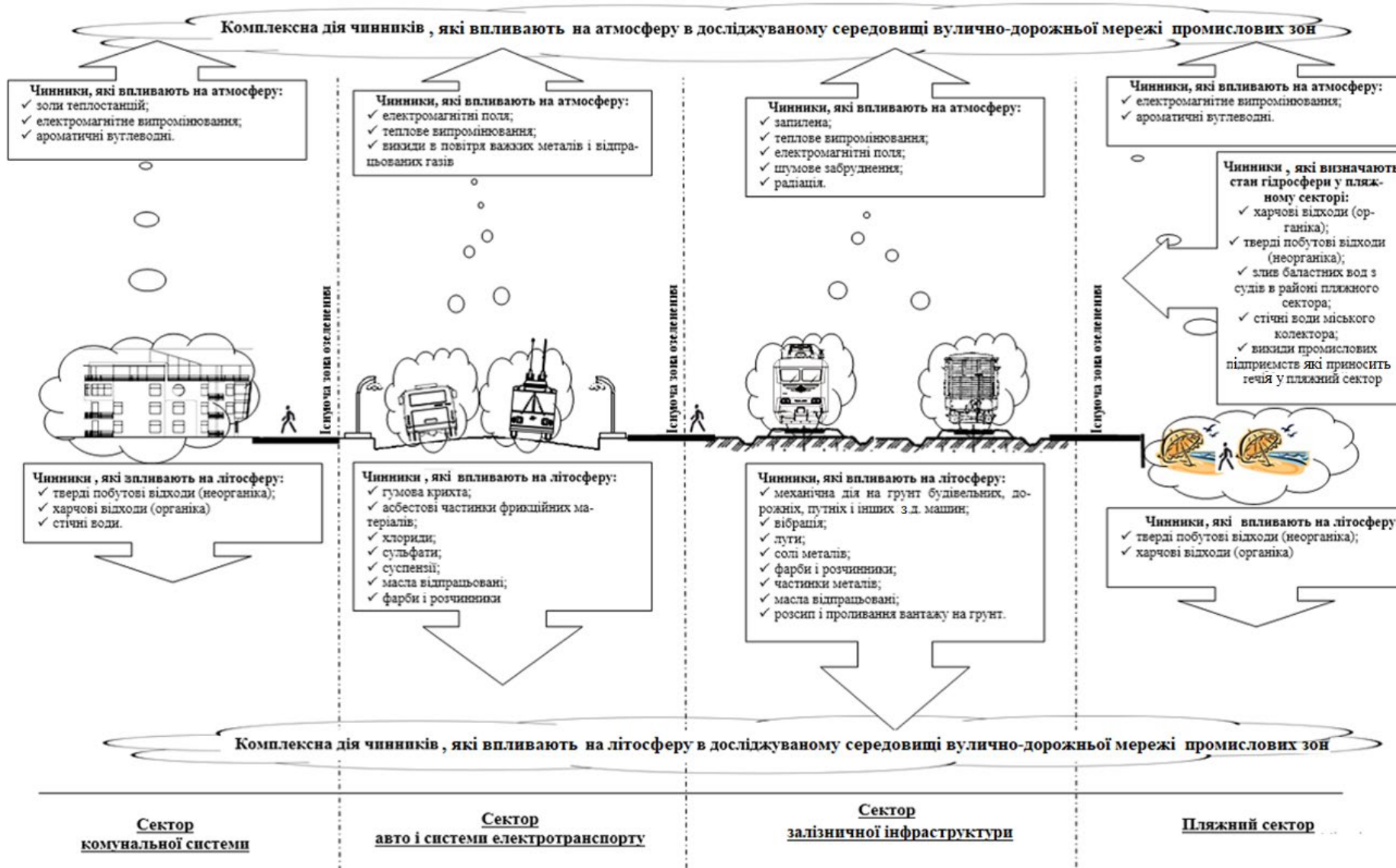


Рисунок 1 – Основні типи впливу від транспортних процесів



Сукупність екологічних характеристик основних типів забруднень від транспортних процесів (EX_1, EX_2, \dots, EX_n) в досліджуваному середовищі схематично представлено на рис. 1 [3,4,5].

Вплив на природні ресурси матеріальних об'єктів транспортних процесів здійснюється при надходженні в природне середовище газоподібних, твердих і рідких речовин, що негативно впливають на компоненти атмосфери {А}, гідросфери {Г}, літосфери {Л}. Для живого об'єкта екологічну характеристику називають біотичною, а для неживого – абіотичною.

Основними показниками якості атмосферного повітря в СВДМПЗ є гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі на висоті 2 м від поверхні землі. При одночасному вмісті в повітрі кількох речовин односпрямованої дії необхідно виконувати умову [6,7]:

$$(C_1/ПДК_1) + (C_2/ПДК_2) + \dots + (C_n/ПДК_n) \leq 1 \quad (5)$$

де: C_1, C_2, \dots, C_n – концентрація 1, 2, ..., n шкідливих речовин у повітрі;

$ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$ – гранично допустима концентрація 1, 2, ..., n шкідливих речовин у повітрі;

n – кількість шкідливих речовин у повітрі.

Якість атмосферного повітря періодично контролюють, тобто проводять перевірку відповідності показників атмосферного повітря вимогам нормативно-технічної документації. Для оцінки якості атмосферного повітря використовують окремі і комплексні показники забруднення атмосфери.

Плату за викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел (вантажно-розвантажувальні роботи, ремонтні процеси з рухомим складом), які не перевищують гранично допустимі нормативи викидів, визначають за формулою [6,7]:

$$П_{СН_{транс}} = \sum_{i=1}^n C_{Ніатм} \cdot M_{Ніатм} \quad (6)$$

при $M_{іатм} \leq M_{Ніатм}$,

де: i – вид забруднюючої речовини ($i = 1 \dots n$);

$C_{Ніатм}$ – ставка плати за викид 1 тони i -ої забруднюючої речовини в межах допустимих нормативів викидів, грн/т;

$M_{Ніатм}$ – фактичний викид i -ої забруднюючої речовини;

$M_{Ніатм}$ – гранично допустимий викид i -ої забруднюючої речовини, тон.

Ставку плати за викид 1 тони i -ої забруднюючої речовини в межах допустимих нормативів викидів визначають за формулою:

$$C_{Ніатм} = H_{бніатм} \cdot K_{Еатм}, \quad (7)$$

де: $H_{бніатм}$ – базовий норматив плати за викид 1 тони i -ої забруднюючої речовини в розмірах, що не перевищують гранично допустимі нормативи викидів;

$K_{Еатм}$ – коефіцієнт екологічної ситуації та екологічної значимості атмосфери.

Плату за перевищення допустимих викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел можна визначити за формулою [8]:



$$P_{\text{СНтранс}} = \sum_{i=1}^n P_{Hj} \cdot d_j \quad , \quad (8)$$

де: j – тип транспортного засобу;

n – кількість транспортних засобів у кластері;

P_{Hj} – плата за допустимі викиди забруднюючих речовин від j -го типу транспортного засобу;

d_j – частка транспортних засобів j -го типу в транспортному потоці, що не відповідають стандартам (визначається як відношення кількості транспортних засобів, які не відповідають вимогам стандартів, до загальної кількості перевірених транспортних засобів).

Забруднення гідросфери здійснюють нафтопродукти (мазут, мастильні матеріали, бензин, газ) виробничі стічні води від сервісного обслуговування рухомого складу. Крім того, в стічних водах можуть бути присутні феноли, зважені частинки, органічні (фарба, розчинники) і синтетичні поверхнево-активні речовини, солі важких металів. Побутові стоки містять органічні забруднювачі (сполуки вуглецю і азоту), поверхневі включають в себе дощові та снігові стоки зі станційних майданчиків, територій підприємств, місць паркування рухомого складу, покрівель виробничих та службово-технічних будівель. Поверхневі води змивають у ґрунт такі шкідливі речовини, як луки [8].

При забрудненні літосфери в результаті реалізації транспортних процесів у ґрунти потрапляють речовини органічного та неорганічного походження. Ступінь забруднення ґрунту оцінюють за сумарним показником хімічного забруднення (Z_c), який характеризує ступінь хімічного забруднення ґрунтів шкідливими речовинами досліджуваних територій і який визначають як суму коефіцієнтів концентрації окремих компонентів забруднення [9,10]:

$$Z_c = K_c + \dots + K_{ci} + \dots + K_{cn} - (n-1), \quad (9)$$

де: K_c – встановлений згідно з Кіотським протоколом максимально можливий коефіцієнт забруднення досліджуваного середовища;

n – число визначених компонентів;

K_{ci} – коефіцієнт концентрації i -ї забруднюючої речовини, що дорівнює кратності перевищення її вмісту над фоновим значенням.

Кількісну оцінку техногенного впливу транспортних процесів на середовище визначають коефіцієнтом деформації (КД) його властивостей, який дорівнює відношенню величин зміни значення показника (властивостей, процесу, параметра) під впливом техногенності дій (Z_T) до відповідного фонового природного значення (Z_ϕ) [9, 10]:

$$КД = \frac{Z_T}{Z_\phi} = \frac{Z_\Pi - Z_\phi}{Z_\phi}, \quad (10)$$

де: Z_Π – поточне значення показника (властивостей, параметра).

Порівняльно-граничний метод оцінки забруднення ґрунтується на порівнянні рівня фактичного забруднення компонента екосистеми (повітря, води, ґрунту) будь-яким забруднювачем (Z) зі значенням гранично допустимого



(ГД) рівня забруднення.

За рівень допустимого забруднення приймається гранично-допустимі для людини санітарно-епідеміологічні значення. Показником забрудненості є коефіцієнт забруднення середовища [9, 10]:

$$K_{зд} = \frac{\sum_{i=1}^{\kappa} \left(\frac{3}{ГД} \right)}{K_{п}}, \quad (11)$$

де: $K_{п}$ – кількість забруднюючої речовини, кг.

Залежність властивостей транспортних процесів (ВТП) від величини факторів впливу (Φ) називають екологічною характеристикою [9,10]:

$$E_{ВТП} = f(\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n). \quad (12)$$

До факторів впливу належать такі, як недосконалість технології перевізного процесу, наднормативні терміни експлуатації рухомого складу, недостатній темп заміни структури парків рухомого складу, втрати частини продукції, використання несправного рухомого складу, відмови рухомого складу, аварії та їх наслідки, втрати продукції, забруднення на пунктах підготовки і ремонту рухомого складу та інші фактори.

Окремо розглянемо зміни екологічної безпеки транспортних процесів у ситуаціях, які можуть виникати.

При перевезенні небезпечних вантажів промисловим транспортом до порушення допустимих умов реалізації транспортних процесів може призвести аварійна ситуація. До небезпечних вантажів належать: вибухові і піротехнічні речовини, гази, легкозаймісті рідини та тверді речовини, отруйні, інфекційні речовини та окиснювачі, органічні та радіоактивні речовини тощо.

Частину території, в межах якої проявляється шкідливий вплив, називають **зоною ураження при аварійній ситуації**.

Наслідки аварійних ситуацій залежать від місця розташування джерела аварії, особливості формування розливів та фізико-механічних і хімічних властивостей забруднювача. Ці особливості, а також природно-кліматичні умови диктують відповідні методологічні та технічні заходи, спрямовані на зниження впливу на навколишнє середовище досліджуваної зони.

Величину збитку, що наноситься в результаті аварії (Зб), в загальному вигляді визначають за формулою [9, 10]:

$$Зб = Зб_a + Зб_в + Зб_з + Зб_о + Зб_ф, \quad (13)$$

де: $Зб_a$ – збиток від викидів шкідливих речовин в атмосферу, грн.;

$Зб_в$ – збиток від попадання забруднюючих речовин у водойми, грн.;

$Зб_з$ – збиток від забруднення і деградації землі, грн.;

$Зб_о$ – збиток від засмічення території або водойми відходами (сміттям), грн.;

$Зб_ф$ – збиток від антропогенного впливу на об'єкти рослинного і тваринного світу, грн.

Висновки

Таким чином, стійкість транспортного процесу визначається функціональним зв'язком між її складовими. Стійкість транспортних процесів



складається з компонентів, які взаємодіють із підсистемами: транспортний потік, екологічний стан, його соціум. Вплив на природні ресурси здійснюється при надходженні в природне середовище газоподібних, твердих і рідких речовин, які негативно впливають на компоненти атмосфери, гідросфери, літосфери. Оцінка впливу здійснюється за допомогою коефіцієнтів деформації властивостей природного середовища, забруднення середовища, показниками стану забруднення компонентів довкілля та економічними показниками екологічних збитків.

Література:

1. Phase transitions in two dimensional traffic-flow models / J. A. Cuesta, F. C. Martinez, J. M. Molera, A. Sanches // *Phys. Rev. Ser. E.* – 1993. – Vol. 48, N 6. – P. 175-178.
2. Бабков В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения. – М.: *Транспорт*, 1982. – 271 с.
3. Жегалин О. И., Лупачев П. Д. Снижение токсичности автомобильных двигателей. – М.: *Транспорт*, 1985. – 120 с.
4. Дьяков А. Б., Вздыхалкин В. Н., Рузский А. В. Экологическая безопасность автомобиля. – М.: *МАДИ*, 1983. – 218 с.
5. Единая транспортная система и автомобильные перевозки / Л. Л. Афанасьев [и др.]. – М.: *Транспорт*, 1984. – 465 с.
6. Кочерга В. Г., Зырянов В. В. Оценка и прогнозирование параметров дорожного движения в интеллектуальных транспортных системах. – Ростов н/Дону: *Рост. гос. строит. ун-т*, 2001. – 130 с.
7. Корчагин В. А., Ляпин С. А. Управление процессами перевозок в открытых социоприродоэкономических автотранспортных системах: *монография*. – Липецк: ЛГТУ, 2007. – 261 с.
8. Evaluation of Portable Non-Intrusive Traffic Detection System : Final Report / prepared by: J. Kotzenmacher, E. D. Minge, Hao P. E. Bingwen. – St. Paul : *Minnesota Department of Transportation Research*, 2005. – 58 p.
9. Алиев А. С., Попков Ю. С., Швецов В. И. Моделирование транспорта в ИСА РАН // Компьютерные модели развития города. – СПб., 2003. – С. 78–89.
10. Иносэ Х., Хамада Т. Управление дорожным движением / пер. М. П. Печерского. – М.: *Транспорт*, 1983. – 248 с.

Abstract. The paper presents a method for determining the stability of the transport process between the phase characteristics of consumers of transport services and operating conditions that determine the efficiency of transport units. The degree of influence of the transport process is determined by the amount of "dirty resource" in the natural environment, such as the amount of gaseous, solid and liquid substances that adversely affect the components of the atmosphere, hydrosphere and lithosphere. The assessment of sustainability is carried out using the coefficients of deformation of the properties of the natural environment and economic indicators of environmental damage.

Key words: modeling, transport processes, stabilit.