УДК: 656.025.2

В.О. Вдовиченко
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

СТРУКТУРА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ МІСЬКОГО ГРОМАДСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ З ПОЗИЦІЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Розроблено загальну схему оцінки ефективності міського громадського пасажирського транспорту, яка основується на виділенні сукупності концептів його ресурсів, результатів, наслідків функціонування та обліку їх впливу на формування умов сталого розвитку міського середовища. Представлені характеристичні умови формування ефективності міського громадського пасажирського транспорту які ґрунтуються на виділених параметричних областях допустимих значень негативних наслідків та відповідності умовам підвищення його внутрішнього потенціалу.

Ключові слова: *міський громадський пасажирський транспорт, сталий розвиток, концепт, схема сталості, ефективність.*

В.А. Вдовиченко

СТРУКТУРА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА С ПОЗИЦИЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Разработана общая схема оценки эффективности городского общественного пассажирского транспорта, которая основывается на выделении совокупности концептов его ресурсов, результатов, последствий функционирования и учета их влияния на формирование условий устойчивого развития городской среды. Представлены характеристические условия формирования эффективности городского общественного пассажирского транспорта, которые основаны на выделенных параметрических областях допустимых значений негативных последствий и соответствия условиям повышения его внутреннего потенциала.

Ключевые слова: *городской общественный пассажирский транспорт, устойчивое развитие, концепт, схема устойчивости, эффективность.*

V. Vdovychenko

STRUCTURE OF THE EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF URBAN PUBLIC PASSENGER TRANSPORT FROM THE STANDPOINT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

A general scheme for assessing the efficiency of urban public passenger transport is developed, which is based on the allocation of a set of concepts of its resources, results, consequences of functioning and accounting for their impact on the formation of conditions for the sustainable development of the urban environment. The characteristic conditions for the formation of the efficiency of urban public passenger transport are presented, which are based on the marginal values of negative consequences identified by the parametric regions and the compliance with the conditions for increasing its internal potential.

Keywords: *urban public passenger transport, sustainable development, a concept diagram sustainability evaluation.*

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку міських пасажирських транспортних систем виникає гостра необхідність реформування організаційної структури та пошуку інноваційних підходів щодо забезпечення підвищення їх ефективності. Потреба в реформуванні міських транспортних систем ґрунтується на вимогах суспільства в економії усіх видів існуючих ресурсів, зниження рівня негативного впливу транспорту на життєве середовище, впровадження стратегії соціально-економічного зростання, яка орієнтована на підвищення якості життя населення та розвиток майбутнього потенціалу міста. Використання існуючих підходів щодо розгляду ефективності міських пасажирських транспортних систем не відповідає в повній мірі вимогам, що висуваються сьогоденням і потребує створення нових форм та методик, які об'єднують наукові, соціально-економічні і правові аспекти функціонування міського пасажирського транспорту. Дієвим способом забезпечення населення доступною високоякісною мобільністю в межах сучасних вимог та існуючих можливостей є створення сталих транспортних систем на базі міського громадського пасажирського транспорту (МГПТ), які дозволяють забезпечити екологічну, транспортну, ресурсну адекватність міського середовища та значно підвищити його життєвий потенціал. Вирішення сучасних задач які стоять перед МГПТ потребують його інтеграційного представлення в структурі міського середовища, як системоутворюючого елемента спрямованого на забезпечення ефективних форм і способів реалізації транспортних потреб населення та організації взаємодії складових елементів міста в єдине ціле. Представлення МГПТ з системоутворюючих позицій вимагає створення нових форм його розгляду в структурі міського середовища, розробки відповідних механізмів та способів

© В.О. Вдовиченко

забезпечення його внутрішніх технологічних процесів та впровадження інноваційних стратегій його управління в межах єдиного міського транспортного простору [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Структура представлення МГПТ є важливим етапом формування стратегії його управління та в значній мірі впливає на вибір форм і механізмів забезпечення підвищення ефективності. Ефективність МГПТ відображає його результативність по відношенню до виділених суб'єктів і може бути представлена, як форма відображення рівня досягнення ним цільових інтересів. Існуючи підходи до визначення ефективності МГПТ [2-5] зорієнтовані на оцінку його результативності по відношенню до внутрішніх суб'єктів та представляються у вигляді набору економічних, технологічних, соціальних, екологічних показників технологічного процесу. Така форма представлення ефективності МГПТ дозволяє охарактеризувати взаємодію елементів на рівні «пасажир – транспорт» однак не відображає вплив на систему вищого рівня «міський транспорт - міське середовище». Наявність такої структурної обмеженості представлення ефективності МГПТ не дозволяє використовувати їх в повній мірі для оцінки впливу на зовнішні компоненти міського середовища та не відображає його роль у формуванні глобальної мети міста – забезпечення якості життя населення через формування його сталого розвитку.

Виділення позиції міського транспорту в забезпеченні життєдіяльності міст реалізується в сфері досліджень якості життя населення [6-8]. Така форма представлення результативності міського транспорту передбачає формування набору індикаторів якості життя населення та виділення в ній сукупності відповідних транспортних чинників. Однак сучасна практика оцінки ефективності МГПТ та реалізації діяльності його управління не мають чіткої координації з індикаторами якості життя міського населення, що неминуче веде до появи невизначеностей у його технологічних процесах та знижує його ефективність. Вирішення задачі пошуку об'єктивних способів оцінки ефективності МГПТ з позицій його інтеграції у міське середовище лежить в області розвитку теоретичних і методологічних основ виділення рівнів його розгляду та форм представлення його ресурсно-результативних параметрів.

Впровадження стратегії переходу до сталого МГПТ передбачає формування основних положень його дослідження з позицій погодження цільових інтересів всіх суб'єктів транспортного процесу та підпорядкованості глобальній меті міського середовища. Сучасні форми представлення сталого МГПТ [9-12] мають лише узагальнений вигляд без чіткої їх формалізації відносно вимог до його технологічних процесів і умов їх реалізації. Пошук форм представлення сталості МГПТ вимагає створення нових підходів та способів забезпечення його сервісно-ресурсної ефективності, механізмів стабілізації внутрішніх технологічних процесів та зниження ризиків його негативного впливу на елементи міського середовища.

Постановка завдань. На основі виявлених в аналізі недоліків щодо обмеженості представлення ефективності МГПТ з позицій оцінки його впливу на сталість міського середовища, можна зробити висновок про необхідність розробки її структурної схеми, яка ґрунтується на принципах системної єдності обліку його ресурсно-результативних параметрів та рівня впливу на соціальні підсистеми міста.

У зв'язку з цим **метою роботи** є розробка структурної композиції оцінки ефективності МГПТ на основі виділення напрямів і характеру його впливу на умови формування сталого розвитку міського середовища.

Викладення основного матеріалу. У загальному вигляді ефективність МГПТ в умовах забезпечення сталого розвитку міського середовища може бути представлений через сукупність концептів, які характеризують його ресурсно-результативні параметри та негативні наслідки функціонування:

$$ST_m = \{K_R, K_A, K_B\}, \tag{1}$$

де K_R – концепт, який характеризує ресурси, що використовуються МГПТ;

K_A – концепт, який характеризує результати МГПТ;

K_B – концепт, який характеризує негативні наслідки МГПТ.

Структура концептів, які характеризують МГПТ з позицій сталого розвитку визначається сукупністю множин їх складових параметрів для кожного методологічного рівня його представлення в структурі міського середовища (табл. 1).

© В.О. Вдовиченко

Таблиця 1

Структура концептів МГПТ з позицій сталого розвитку

Методологічний рівень	Концепт ресурсів K_R	Концепт результатів K_A	Концепт наслідків K_B
Метасистемний	R_s - ресурси міста (територіальний простір, фінанси міста)	A_s - цільова кон'юнкція (функція відповідності загальної мети)	B_s - вплив на якість життя (екологія та дорожня аварійності)
Системний	R_u - ресурси транспортної системи (пропускна здатність)	A_u - функціональність (рівень організованості)	B_u - структурна невідповідність (вилучення смуг руху)
Агрегативний	R_m - ресурси МГПТ (фінансові ресурси, виробничі ресурси)	A_m - результативність МГПТ (рентабельність перевезень)	B_m - дестабілізація функціональності МГПТ (зростання витрат ресурсів)
Елементарний	R_r - ресурси маршрутів (провізні можливості ТП)	A_r - сервісна якість транспортних послуг (якісний рівень задоволення потреб пасажирів)	B_r - соціально-маркетингова невідповідність (зниження обсягу транспортної пропозиції)

У ході функціонування МГПТ відбуваються процеси, які призводять до зміни стану його концептів, які за своїм характером можуть мати позитивний або негативний характер. Структура та характер зв’язків концептів МГПТ в межах міського середовища представлена на рис. 1.

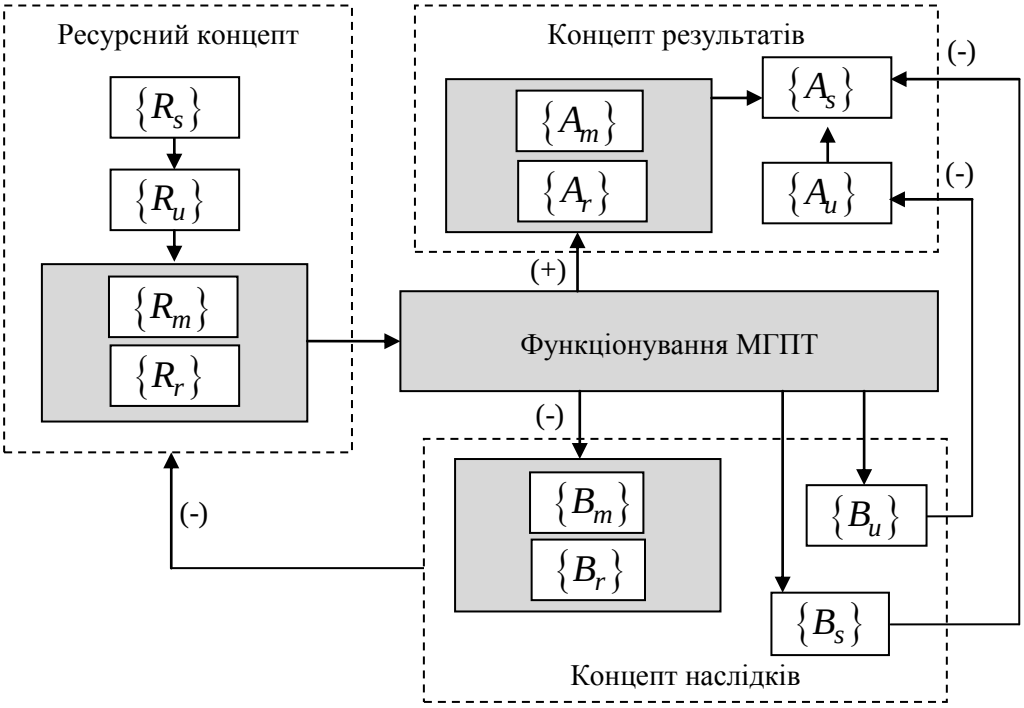

Рис. 1. - **Структура зв’язків концептів МГПТ**

Процес функціонування сучасного МГПТ передбачає використання ресурсів для одержання його результатів при одночасному формуванні відповідного рівня негативних наслідків. Умовою забезпечення ефективного стану МГПТ з позицій сталого розвитку міського середовища є обмеження його негативних наслідків можливостями внутрішніх та зовнішніх елементів щодо їх

© В.О. Вдовиченко

поглинання за умов обов'язкового збереження відповідного рівня якості транспортного сервісу. Така форма представлення ефективності МГПТ передбачає виділення допустимих меж для всіх видів концептів на основі оцінки рівня їх критичності. Концепт ресурсів представляється у формі параметрів, які відображають резервні можливості суб'єктів транспортного процесу. Негативні наслідки розподіляються на дві групи: внутрішні та зовнішні. До внутрішніх відносяться негативні наслідки які оказують вплив у межах елементарного та агрегативного рівня МГПТ, до зовнішніх відноситься вплив на елементи міської транспортної системи (МТС) та елементи життєдіяльності міського середовища (МС). Негативний вплив на МТС пов'язаний з вилученням частини ресурсів проїжджої частини для забезпечення руху МГПТ, вплив на МС представлений у вигляді параметрів шкідливих викидів у навколишнє середовище та рівня транспортної небезпеки. Виділення відповідних зон розподілення концептів дозволяє визначити загальну структуру представлення ефективності МГПТ з позицій його впливу на сталий розвиток міського середовища (рис. 2).

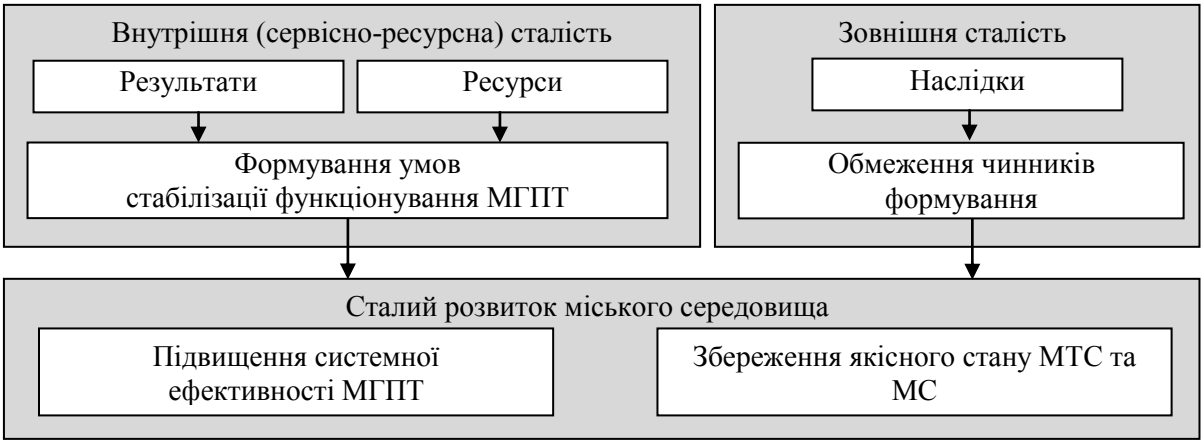

Рис. 2. - **Загальна структура формування ефективності МГПТ з позицій сталого розвитку**

Формування ефективності МГПТ відбувається в ході динамічних процесів, які реалізуються елементами його обслуговуючої складової частини в межах внутрішнього та зовнішнього середовища. Серед динамічних станів виділяють: змінний, критичний, стаціонарний, рівноваги, сталого розвитку та саморозвитку. При забезпеченні відповідних умов стимулювання з позиції надсистеми МГПТ реалізується його перехід до стану саморозвитку. Саморозвиток МГПТ, який досягається синтезом сталого стану та створенням умов стимулювання з боку зовнішнього середовища, є процесом створення його нової форми в межах існуючої структури, яка спроможна самостійно забезпечити протидію всім видам зовнішніх та внутрішніх впливів та витримати обрану траєкторію розвитку. Формування внутрішньої сталості МГПТ, на основі опису його стану через виділені концепти, передбачає проведення процедур реалізації комплексних заходів спрямованих на забезпечення зростання його системної ефективності в межах виділених функціональних середовищ, шляхом єдності основних елементарних процедур та процесів. Комплексність цих заходів обумовлена структурними системними вимогами, які висуваються перед МГПТ і полягають у створенні умов цільової кон'юнкції всіх складових частин транспортного простору МС задіяних для забезпечення його технологічних процесів. Важливим етапом оцінки ефективності МГПТ через його внутрішню сталість є визначення сервісно-ресурсних умов її забезпечення. Критичний стан внутрішнього середовища МГПТ визначається межею допустимих значень ресурсно-результативних параметрів транспортних компонент МС на який він впливає через споживання ресурсів. Межа критичного рівня для кожного рівня МГПТ визначається через оцінку його ресурсного потенціалу та рівня результатів на основі виділення відповідного виду резервів за методикою наведеною у роботі [13].

У процесі реалізації сукупності заходів забезпечення сталого розвитку МГПТ може відбуватися зміна умов і стану організації дорожнього руху МГПТ та немаршрутних транспортних засобів (НТЗ). Такі заходи в умовах сталого розвитку міста можливі лише тоді коли це не призведе до збільшення рівня небезпеки всіх видів транспорту. При оцінці рівня безпеки через їх чинники виникнення можливо оцінити їх зміну відносно базового (існуючого) стану організації

дорожнього руху. Зміна рівня транспортної безпеки через оцінку зміни її чинників є критерієм визначення області допустимих рішень:

$$\Delta Z_n = Z_{n_\partial} - Z_{n_x}, \quad (1)$$

де Z_{n_∂} – базове значення чинника транспортної безпеки для n - го рівня МГПТ;

Z_{n_x} – фактичне значення чинника транспортної безпеки n - го рівня МГПТ.

Показником допустимого рівня транспортної безпеки є функція $ts(N)$, яка приймає позитивне значення на множині простору рішень N:

$$ts(N) = \sup\{\psi_s(z_{\partial m}, z_{\partial u}), z_{\partial m} \in Z_m, z_{\partial u} \in Z_u\}, \quad (2)$$

де ψ_s – показник, що відображає область допустимих параметрів за умов їх відповідності граничному впливу на безпеку руху;

$z_{\partial m}, z_{\partial u}$ – межа простору допустимих параметрів забезпечення відповідності транспортної безпеки для МГПТ та НТЗ відповідно;

Z_m, Z_u – множина станів чинників безпеки МГПТ та НТЗ відповідно.

Виділення простору рішень які забезпечують умови безпечності МГПТ та МТС реалізується через визначення рівня відповідності чинників ризику:

$$E_{ts} = \{E_k(x_k, z_k), x_k \in X_k, z_k \in Z_k\}, k = \overline{1, m}, \quad (3)$$

де E_k – сукупність допустимих відхилень при відповідних вихідних параметрах та значенні чинників транспортної безпеки k - го виду транспорту;

z_k – значення чинників транспортної безпеки k - го виду транспорту;

Z_k – множина значень чинників транспортної безпеки k - го виду транспорту;

x_k – допустимі варіанти організації руху k - го виду транспорту;

X_k – множина варіантів організації руху k - го виду транспорту;

m – кількість видів транспорту.

Вплив транспорту на навколишнє середовище включає в себе різні види забруднення повітря і води, шум, виснаження невідновлюваних ресурсів, деградацію ландшафту, ефект локального перегріву (підвищення температури навколишнього середовища від нагрівання тротуарів і доріг) і ін. Сьогодні існує безліч методик для ідентифікації та вимірювання їх впливу. Однак жоден з підходів не дозволяє уникнути труднощів, пов'язаних з переведенням впливу перерахованих вище чинників у кількісні показники. Як правило, методики оцінки впливу на навколишнє середовище різняться в залежності від цілей, для яких розробляється методика. У зв'язку з цим може відрізнятися набір індикаторів. Для оцінки впливу МГПТ на екологічне середовище доцільно скористатися стандартизованим підходом до розрахунку екологічного впливу транспортних проектів *EcoTransit World*, який розроблений в Європейському союзі і показав свою придатність для вирішення задач оцінки екологічних наслідків транспорту. Розробники ресурсу відзначають, що вплив транспорту на навколишнє середовище є комплексним - від споживання енергоресурсів до токсичного впливу на екосистеми, смогу і шуму. Проте, тільки деякі з цих впливів можуть бути оцінені кількісно. У зв'язку з цим в рамках методології *EcoTransit World* вибір індикаторів, що впливають на навколишнє середовище, був обмежений декількома категоріями. Структура індикаторів екологічного впливу за допомогою яких визначається його рівень включає наступні індикатори екологічного впливу МГПТ [14]: первинні енергоресурси (в еквіваленті дизельного пального), викиди парникових газів (CO_2), викиди оксидів азоту (NO_x), викиди діоксинів сірки (SO_2), неметанові вуглеводи (*NMHC*), викиди твердих частин (*Particles*).

Для оцінки ступеня забруднення атмосферного повітря важливим є визначення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі. Для всіх об'єктів, які забруднюють атмосферу, розраховують і встановлюють гранично допустимі викиди. Гранично допустимі викиди - це кількість шкідливих речовин, яка не повинна перевищуватися під час викиду в повітря за одиницю часу, щоб концентрація забруднювачів на межі санітарної зони не була вищою, ніж гранично допустима концентрація [15]. У загальному вигляді відповідність МГПТ екологічним

© В.О. Вдовиченко

умовам сталості може бути представлена через область допустимих множин у просторі рішень N які задовольняють вимогам їх відповідності області придатних рішень:

$$e(N) = \sup\{\psi_e(l_{едт}, l_{еди}), l_{едт} \in L_m, l_{еди} \in L_u\}, \quad (4)$$

де ψ_e – показник, що відображає область допустимих параметрів функціонування транспорту з умов відповідності граничним викидам шкідливих речовин;

$l_{едт}, l_{еди}$ – межа допустимого простору множини експлуатаційних параметрів для МГПТ та МТС з умов забезпечення його екологічної відповідності;

L_m, L_u – множина експлуатаційних параметрів для МГПТ та МТС.

Виділення простору рішень які забезпечують умови відповідності допустимому обсягу шкідливих викидів реалізується за наступних умов:

$$E_{ec} = \{E_n(x_n, l_n), x_n \in X_n, l_n \in L_n\}, n = \overline{1, m}, \quad (5)$$

де E_n – сукупність допустимих відхилень при відповідних вихідних даних та значенні експлуатаційних параметрів n - го виду транспорту;

l_n – значення експлуатаційних параметрів n - го виду транспорту;

L_n – множина значень експлуатаційних параметрів n - го виду транспорту.

Умовою пошуку ефективного варіанту стану N_m концептів МГПТ з множини можливих рішень N є забезпечення відповідності області його допустимих станів, яка формується за умов виділення простору допустимих сервісно-ресурсних, екологічних та безпечних параметрів шляхом знаходження їх перетину:

$$E_m = E_{\text{int}} \cap E_{ts} \cap E_{ec}, \quad (6)$$

Цільова функція ефективності МГПТ з позицій забезпечення сталого розвитку міського середовища за таких форм її представлення полягає у максимізації рівня його внутрішньої сталості:

$$Rd_m(N_m) \to \max, \quad (7)$$

за умов забезпечення наступної відповідності:

$$N_m \in N(E_m), \quad (8)$$

де Rd_m - рівень внутрішньої сталості МГПТ.

Рівень внутрішньої сталості МГПТ відображає його ефективність та є критеріальним параметром формування його технологічних процесів. Визначення його значення проводиться на основі розрахунку потенціалу МГПТ який визначається через оцінку ступеня сервісної якості та рівня внутрішніх резервів [13].

Формування ефективності МГПТ з позицій сталості міського середовища передбачає пошук його стану на просторі можливих рішень при якому буде забезпечене виконання відповідних вимог щодо мінімізації чинників безпечності транспорту, утримання шкідливих викидів в межах допустимих норм та забезпечення максимального рівня сервісно-ресурсних показників для всіх рівнів його представлення в структурі МС.

Висновки. Сформована загальна схема оцінки ефективності МГПТ з позицій сталого розвитку міста, яка базується на представленні його функціонування у вигляді динамічних процесів, у ході яких відбувається зміна його внутрішнього та зовнішнього стану. В якості умов формування ефективності МГПТ є забезпечення максимізації його внутрішньої сталості при відповідності простору допустимих рішень, які визначаються можливостями поглинання міським середовищем негативних наслідків роботи транспорту. Така форма представлення ефективності МГПТ відповідає формуванню його внутрішнього потенціалу, який є джерелом забезпечення ефективної протидії внутрішнім та зовнішнім впливам, реалізує принцип систематизації та узагальнення характеристик його ресурсно-результативних чинників з позицій їх впливу на сталий розвиток МС. До складу запропонованої загальної схеми ефективності МГПТ входять параметричні області допустимих її значень, які визначаються шляхом відображення множини простору організаційно-функціональних рішень на показники його сталості. На основі представленої структурної композиції ефективності МГПТ може бути розроблена ризик-система оцінки сталого розвитку МС та створена єдина комплексна система управління міським транспортом.

© В.О. Вдовиченко

Список використаних джерел:

1. Сафронов, Э. А. Транспортные системы городов и регионов [Текст] / Э.А. Сафронов. – М: Издательство АСВ, 2005. – 272 с.

2. Вельможин, А. В., Гудков В. А., Куликов А. В. Эффективность городского пассажирского общественного транспорта [Текст] / А. В. Вельможин, В. А. Гудков, А. В. Куликов, А. А. Сериков. − Волгоград, 2002. − 256 с.

3. Пугачёв, И. Н. Методология развития эффективного и безопасного функционирования транспортных систем городов [Текст] / И. Н. Пугачев. - Владивосток: Дальнаука, 2009. - 266 с.

4. Трофименко, Ю. В., Якимов М. Р. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов: монография [Текст] / Ю. В. Трофименко, М. Р. Якимов. – Москва: Логос, 2013. – 464 с.

5. Хомченко, А. Н., Осинцев, Н. А. Ресурсоэкономичность транспортных систем городов [Текст] / А. Н. Хомченко, Н. А. Осинцев // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2012. – №. 2. - с. 134-139.

6. Steg, L., Gifford, R. Sustainable transportation and quality of life [Text] / L. Steg, R. Gifford // Journal of transport geography. – 2005. – Т13. – №1. – p. 59-69.

7. Redman, L., Friman, M., Gärling, T., Hartig, T. Quality attributes of public transport that attract car users: A research review [Text] / L. Redman, M. Friman, T. Gärling, T. Hartig, // Transport Policy. – 2013. – Т. 25. – p. 119-127.

8. Eboli, L., Mazzulla, G. Performance indicators for an objective measure of public transport service quality [Text] / L. Eboli, G. Mazzulla // European Transport. – 2012. - Issue 51(3). – p. 1-21.

9. Samchuk, G. Using sustainable development principles to assess the efficiency of transport interchanges functioning [Text] / Samchuk, G. // Автомобильный транспорт - №38. – 2016. – с. 13-20.

10. Mihyeon, J. C., Amekudzi, A. Addressing sustainability in transportation systems: definitions, indicators, and metrics [Text] / J. C. Mihyeon, A. Amekudzi // Journal of infrastructure systems. – 2005. – Т.11. – №1. – p. 31-50.

11. Єлагін, Ю. В. Проблеми забезпечення сталого розвитку суспільного транспорту та суспільні транспортні витрати [Текст] / Ю. В. Єлагін // Вісник екон. транспорту та промисловості. – 2012. – Т.35. – с. 254-256.

12. Абрамович, Б. М., Марунич, В. С., Вакарчук, І. М. Транспортне обслуговування населення як фактор сталого розвитку міста [Текст] / Б. М. Абрамович, В. С.Марунич, І. М. Вакарчук, О. М. Смоловик, А. І Ворон // Автомобіліст України. – 2002. – № 3. – с. 11-13.

13. Вдовиченко, В.О. Сервісно-ресурсні умови формування сталості міського громадського пасажирського транспорту [Текст] / В. О. Вдовиченко // Технологічний аудит та резерви виробництва – 2016. - №6/2(32) – с. 47-52.

14. Auvinen, H., Clausen, U., Davydenko, I. Calculating emissions along supply chains—towards the global methodological harmonisation [Text] / H. Auvinen, U. Clausen, I. Davydenko, D. Diekmann, V. Ehrler, A. Lewis, // Research in Transportation Business & Management. – 2014. – Т.12. – p. 41-46.

15. Беспамятнов, Г. П., Кротов, Ю. А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде: Справочник. [Текст] / Г. П. Беспамятнов, Ю. А. Кротов – Химия. Ленингр. отд., 1985. - 528 с.

Рецензенти:

Нагорний Євген Васильович, завідувач кафедри транспортних технологій Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, д.т.н., професор

Таран Ігор Олександрович, завідувач кафедри управління на транспорті Національного гірничого університету, д.т.н., професор

Стаття надійшла до редакції 05.04.2017

© В.О. Вдовиченко