

УДК 656.078.12
UDC 656.078.12

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ

Ширяева С.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Даньківська К.І., Національний транспортний університет, Київ, Україна

DETERMINATION OF PARAMETERS TRANSPORT HUB

Shyriaieva S.V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Dankivska K.I., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛОВ

Ширяева С.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Даньковская Е.И., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ.

В сучасних умовах активно триває робота із покращення процесу перевезень вантажів. Актуальним є розвиток мультимодальних перевезень вантажів. Для організації цих перевезень доцільно сформувати мультимодальну транспортно-маршрутну мережу (МТММ). Для формування МТММ необхідним є розвиток мультимодальних транспортних вузлів, так як саме в них відбуваються взаємодія різних видів транспорту та велика кількість операцій з обслуговування транспортних потоків в рамках існуючої транспортної системи.

Виклад основного матеріалу.

МТММ формується із таких елементів транспортної мережі як транспортні вузли та шляхи сполучення різних видів транспорту. Для удосконалення взаємозалежності між цими елементами необхідно дослідити основні складові МТММ за ієрархією.

Ієрархічне представлення МТММ за рівнями: перший – транспортні шляхи різних видів транспорту; другий – мультимодальні транспортні вузли (рисунок 1). [1]



Рисунок 1 – Схематичне представлення ієрархії мультимодальної транспортної мережі

Згідно із наведеною вище ієрархією, мультимодальний транспортний вузол є ключовим елементом в МТММ, оскільки в ньому з'єднуються між собою модальні мережі різних видів

транспорту, виконуються основні операції з обробки вантажопотоків та перевалки вантажів з одного виду транспорту на інший. [1]

В Україні є великі мультимодальні транспортні вузли, такі як: Київ (автомобільний, залізничний, річковий, авіаційний), Одеса (автомобільний, морський, залізничний, річковий, авіаційний), Миколаїв (автомобільний, морський, залізничний, річковий, авіаційний), Черкаси (автомобільний, залізничний, річковий), Львів (автомобільний, залізничний, авіаційний), Запоріжжя (автомобільний, залізничний, річковий), Кременчук (автомобільний, залізничний, річковий), Дніпро (автомобільний, залізничний, річковий, авіаційний), Бердянськ (автомобільний, морський, річковий, авіаційний), Маріуполь (автомобільний, морський, залізничний, річковий). На рисунку 2 представлено мультимодальні транспортні вузли на карті залізничних шляхів України.

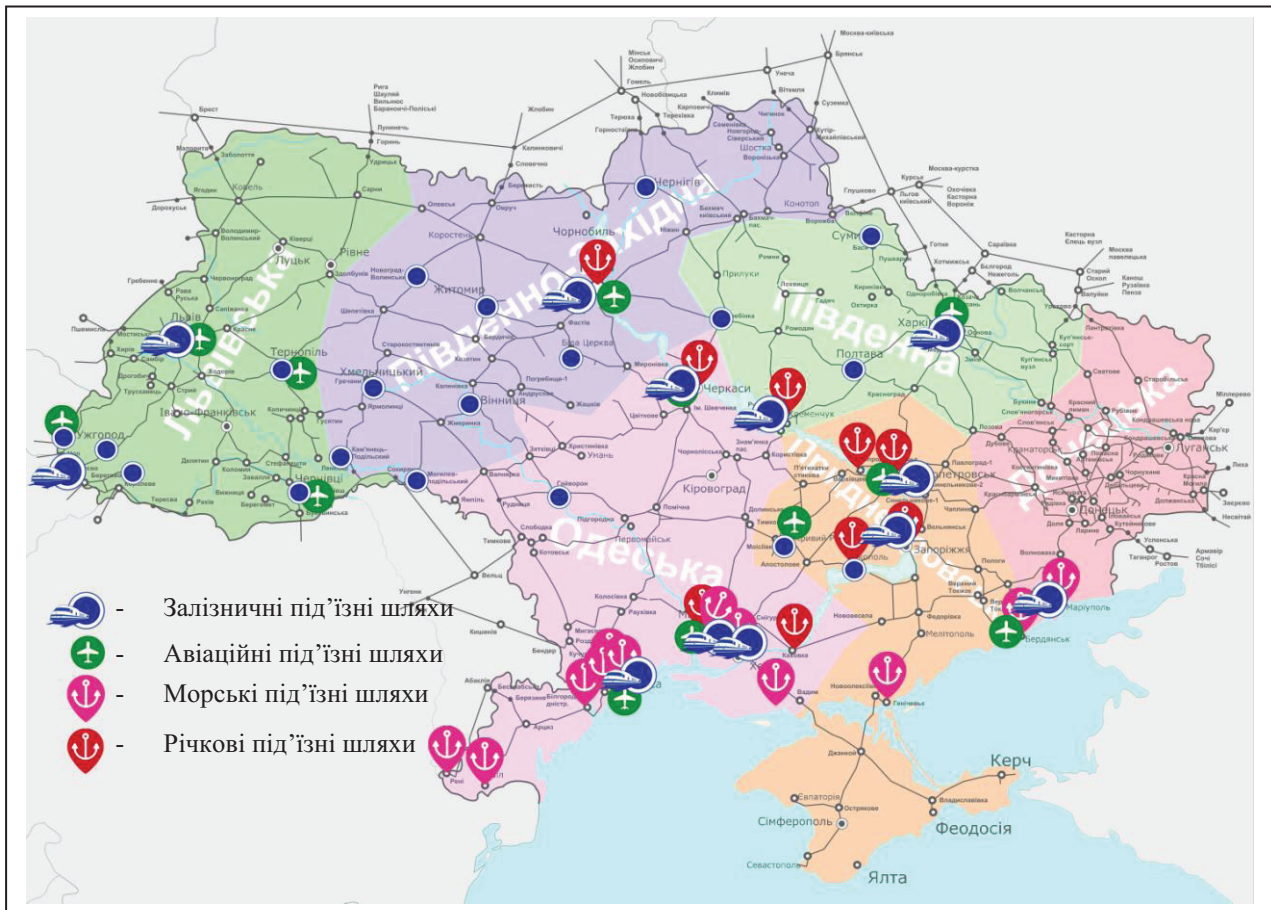


Рисунок 2 – Карта-схема залізничних шляхів України із мультимодальними транспортними вузлами

В Україні є сприятливі умови для формування МТММ. Це вигідне економіко-географічне положення, галузева структура національної економіки, його територіальна організація та розвинута транспортна інфраструктура.

Мультимодальна транспортна мережа країни має великий розмір, так довжина залізничних колій складає – 21,0 тис.км, річкових судноплавних шляхів – 1,6 тис.км, автомобільних доріг – 163,0 тис.км. [2]

На процес перевезення вантажів впливає багато факторів: попит на перевезення, стан шляхів сполучення, стан транспортних засобів різних видів транспорту, інфраструктура транспортної мережі, природно-кліматичні, географічні та інші. Отже, під час формування маршрутів перевезень присутній елемент випадковості.

Найбільша концентрація транспортних вузлів зустрічається вздовж річок, в розвинутих регіонах, промислових центрах, де вони утворюють між собою компактні групи.

Отже, транспортній мережі притаманні такі властивості як: великий розмір, елемент випадковості при формуванні мережі, сусідні вузли можуть утворювати компактні групи. Звідси, можна зробити висновок, що «теорію складних мереж» можна використовувати при формуванні МТММ.

Складна мережа – це мережа із визначеною кількістю вузлів та з великою кількістю зв'язків між ними. В теорії складних мереж виділяють три основні напрямки: дослідження властивостей, які характеризують мережу; створення моделі мережі; прогнозування та перерахунок моделі мережі при змінах в її структурі. [3]

Від розташування транспортного вузла залежить його значимість в транспортній мережі, що характеризують параметри транспортних вузлів. На рисунку 3 схематично представлено фрагменту моделі МТММ із 7 вузлами.

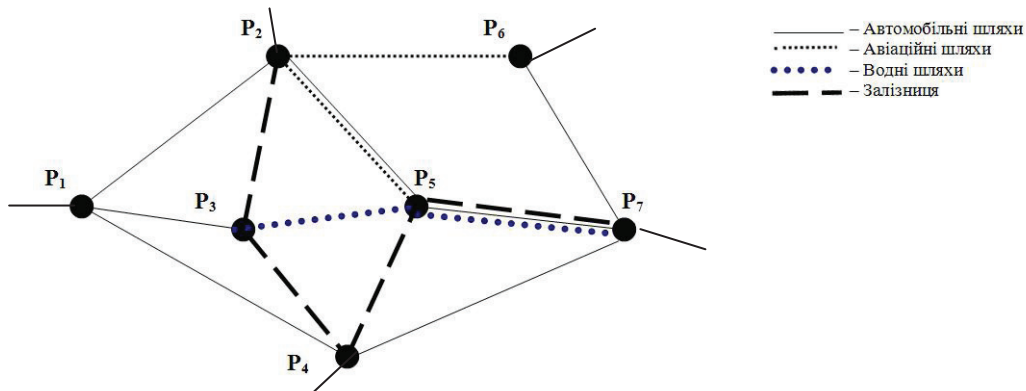


Рисунок 3 – Схематичне представлення фрагменту моделі МТММ

Для формування МТММ необхідно дослідити параметри транспортних вузлів. Основною ідеєю розрахунку параметрів є класифікація вузлів на ті, які відіграють значущу і другорядну роль в мережі.

Визначимо параметри для наведеного фрагменту моделі МТММ.

Потужність вузла – показник, який характеризується обсягами переробки вантажів за одиницю часу (день, тиждень, місяць рік і т.д.).

Потужність вузла розраховується за порівняльним аналізом необхідної $\Gamma_H(t)$ та можливої $\Gamma_M(t)$ перевізної здатності ($\Gamma_H(t) \leq \Gamma_M(t)$).

Щільність мережі – показник, який характеризує ступінь обслуговування в транспортній мережі, визначається співвідношення наявних і можливих зв'язків.

$$\Delta = \frac{2L}{n(n-1)}, \quad (1)$$

де L – кількість наявних зв'язків;
 n – кількість вузлів в мережі.

Найкоротша відстань між вузлами – відстань між вузлами визначається які кількість кроків, які необхідно зробити, щоб по існуючих (наявних) шляхах дійти від одного вузла до іншого. При цьому вузли можуть бути з'єднані напряму, або ж через інші вузли.

Найкоротший шлях між вузлами це мінімальна відстань між ними. Для всієї мережі можна ввести термін середнього найкоротшого шляху:

$$l = \frac{2}{n(n+1)} \sum_{i \geq j} l_{ij}, \quad (2)$$

де n – кількість вузлів,

l_{ij} – найкоротша відстань між вузлами i та j .

Посередництво – показник, що показує скільки найкоротших шляхів проходить через певний вузол. Цей показник відображає роль певного вузла у визначеній мережі. Вузли із найбільшим посередництвом відіграють головну роль у встановленні зв'язків між іншими вузлами мережі. Посередництво b_m вузла m визначається за формулою:

$$b_m = \sum_{m \neq i \neq j} \frac{B(i, m, j)}{B(i, j)}, \quad (3)$$

де $B(i, j)$ – загальна кількість найкоротших шляхів між вузлами i та j .

$B(i, m, j)$ – загальна кількість найкоротших шляхів між вузлами i та j , які проходять через вузол m .

Еластичність мережі – показник, що характеризує розподіл відстані між вузлами при вилученні окремих вузлів.

Еластичність мережі залежить від існування шляхів між парами вузлів. Якщо вузол буде вилучений із мережі, то стандартна довжина цих шляхів збільшиться.

Коефіцієнт кластеризації – показник, який характеризує зв'язаність між собою «сусідів» даного вузла i . Коефіцієнт кластеризації – це відношення числа трикутників Δ_i з вершиною i до числа вилок v_i (два зв'язки з вузла) з основою в цьому вузлі, який визначається за формулою:

$$C_i = \frac{\sum \Delta_i}{\sum v_i}, \quad (4)$$

Коефіцієнт кластеризації всієї мережі знаходиться за формулою:

$$C = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i, \quad [3] \quad (5)$$

На основі отриманих результатів про параметри транспортних вузлів, можна спрогнозувати, які з них матимуть більшу ймовірність бути включеними в процес перевезення тому, що саме в них перетинається велика кількість транспортних шляхів.

Для прикладу визначимо параметри вузлів для фрагменту моделі МТММ між містами Козелець і Очаків (рисунок 4). Результати розрахунку параметрів транспортних вузлів наведено в таблиці 1.

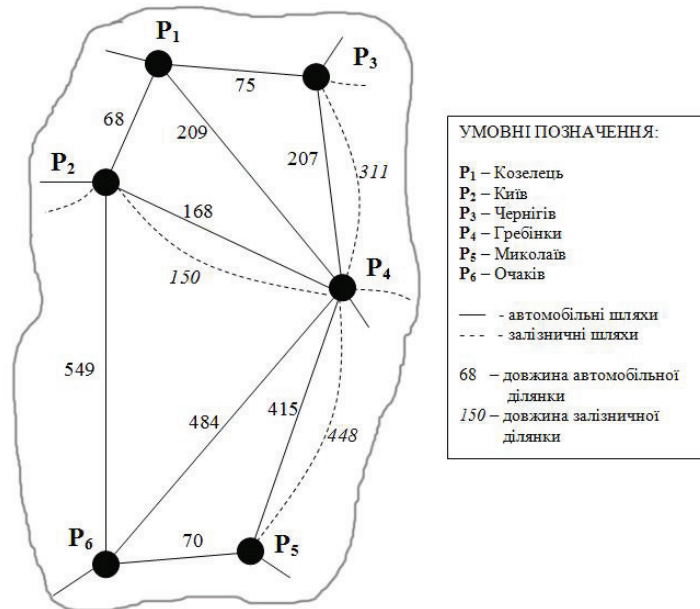


Рисунок 4 – Схема фрагменту моделі транспортної мережі між містами Козелець і Очаків

Таблиця 1 – Результати розрахунків параметрів транспортних вузлів

Показник	Умове позначення	Індекс транспортного вузла						Мережа
		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	
Щільність	Δ	–	–	–	–	–	–	0,8
Найкоротша відстань між вузлами мережі	l	–	–	–	–	–	–	33,5
Посередництво	b_m	-	0,43	0,29	0,86	0,43	0	–
Коефіцієнт кластеризації	C	0,56	0,8	1	0,4	1	1,3	0,86

За результатами розрахунків параметрів із таблиці 1 можна зробити висновки, що:

- при збільшенні показника щільності транспортної мережі до 1, покращується ступінь обслуговування: фрагмент мережі, що досліджується має високий ступінь обслуговування, так як щільність дорівнює 0,8;

- при збільшенні показника посередництва збільшується значимість вузла у мережі, тобто найбільш значущим вузлом в мережі можна вважати P_4 (0,86). Тобто можна стверджувати, що саме через нього буде проходити маршрут;

- при зменшенні коефіцієнта кластеризації підвищується клас вузла, тобто підвищується ймовірність того, що саме через нього буде проходити маршрут.

Отже, такі вузли як P_2 , P_4 доцільно включити в маршрут перевезень за напрямком Козелець-Очаків. Спрогнозований маршрут перевезень: Козелець – Київ – Гребінки – Миколаїв – Очаків. За критерієм мінімізації пробігу по МТММ виберемо оптимальні ділянки маршруту:

- 1) Козелець – Київ (автомобільний транспорт – 68 км);
- 2) Київ – Гребінки (залізничний транспорт – 150 км);
- 3) Гребінки – Миколаїв (автомобільний транспорт – 415 км);
- 4) Миколаїв – Очаків (автомобільний транспорт – 70 км);

Отже, довжина мультимодального маршруту складе 703 км.

Висновок:

Мультимодальний транспортний вузол є важливим елементом мережі згідно із проведенням ієрархічним представленням. МТММ має властивості «складної мережі». Визначено такі параметри транспортних вузлів та мережі як: потужність, щільність, найкоротша відстань між вузлами, посередництво та коефіцієнт кластеризації. За результатами зроблених досліджень можна спрогнозувати важливість та ступінь використання транспортних вузлів в мережі.

Спрогнозовано маршрут між Козельцем та Очаковим за значимістю параметрів транспортних вузлів та вибрані найкоротші ділянки маршруту за видами транспорту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гончарук С.М., Особенности и методология проектирования этапного развития облика мощности мультимодальной транспортной сети/ Гончарук С.М., Лебедева Р.А. / Методическое пособие – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС.2013 - С.26-28

2. Статистичний щорічник України за 2015р. – К.: Державна служба статистики України, 2016. – С. 201-216. Режим доступу: http://istmat.info/files/uploads/53010/ukraina_v_cifrah_2015.pdf

3. Снарский А.А., Моделирование сложных сетей: учебное пособие/ Снарский А.А., Ландэ Д.В. / Учебное пособие – К.: Инжиниринг , 2015 – 212с.

REFERENCES

1. Goncharuk S.M., features and design methodology of staged development of power shape the multimodal transport network / Goncharuk S.M., Lebedev R.A. / Toolkit - Khabarovsk: Publishing house DVGUPS.2013 - S.26-28 (Rus)

2. Randomness schorichnik Ukraine for 2015r. - K .: Derzhavna Service of Ukraine statistics, 2016. - P. 201-216. Access Mode: http://istmat.info/files/uploads/53010/ukraina_v_cifrah_2015.pdf (Ukr)

3. Snarskii A.A. Modeling of complex networks: Textbook / A.A. Snarskii, Lande D.V. / Textbook - K.: Engineering 2015 - 212c. (Rus)

РЕФЕРАТ

Ширяева С.В. Визначення параметрів транспортних вузлів / С.В. Ширяева, К.І. Даньківська // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2017. – Вип. 1 (37).

У статті визначено основні параметри мультимодальних транспортних вузлів.

Об'єкт дослідження – процес формування мультимодальної транспортно-маршрутної мережі України.

Мета роботи – формування маршрутів мультимодальних перевезень з урахуванням параметрів транспортних вузлів.

МТММ за ієрархією поділяється на два рівні: перший – транспортні шляхи різних видів транспорту; другий – мультимодальні транспортні вузли. Згідно із ієрархією, мультимодальний транспортний вузол є ключовим елементом в МТММ, оскільки в ньому з'єднуються між собою модальні мережі різних видів транспорту, виконуються основні операції з обробки вантажопотоків та перевалки вантажів з одного виду транспорту на інший.

В Україні є сприятливі умови для функціонування МТММ. Це вигідне економіко-географічне положення, галузева структура національної економіки, його територіальна організація та розвинута транспортна інфраструктура.

Транспортній мережі притаманні такі властивості як: великий розмір, елемент випадковості при формуванні мережі, сусідні вузли можуть утворювати компактні групи. Звідси, можна зробити висновок, що «теорію складних мереж» можна використовувати при формуванні МТММ.

Для формування МТММ досліджено параметри транспортних вузлів, на основі яких вона буде формуватись: потужність, щільність, найкоротша відстань між вузлами, посередництво та коефіцієнт кластеризації. Основною ідеєю розрахунку параметрів є класифікація вузлів на ті, які відіграють значущу і другорядну роль в мережі.

Для прикладу визначено параметри вузлів для фрагменту моделі МТММ між містами Козелець і Очаків. Спрогнозовано маршрут між Козельцем та Очаковим за значимістю параметрів транспортних вузлів та вибрані найкоротші ділянки маршруту за видами транспорту. За критерієм мінімізації пробігу по МТММ було обрано оптимальні ділянки маршруту за видами транспорту.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – визначення зон потенціальних мультимодальних зв'язків в Україні.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МУЛЬТИМОДАЛЬНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, МУЛЬТИМОДАЛЬНА ТРАНСПОРТНО-МАРШРУТНА МЕРЕЖА, СКЛАДНА МЕРЕЖА, ТРАНСПОРТНИЙ ВУЗОЛ.

ABSTRACT

Shyriaieva S.V., Dankivska K.I. Determination of parameters transport hub. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2017. – Issue 1 (37).

The article defines the basic parameters of the multi-modal transportation hubs.

The object of study – the formation of multimodal transport route network in Ukraine.

Purpose – the formation of multimodal transportation routes within the parameters of transport hubs.

MTRN in the hierarchy is divided into two levels: the first - the transport routes of various modes of transport; The second is multimodal transport nodes. According to the hierarchy, a multimodal transport node is a key element in the MTRN, since modal networks of different modes of transport are connected to each other, basic operations are carried out to process cargo flows and transship cargo from one mode of transport to another.

In Ukraine, there are favorable conditions for the operation of the MTRN. This is an advantageous economic and geographical position, the sectoral structure of the national economy, its territorial organization and developed transport infrastructure.

Transport network inherent properties such as: a large size, an element of randomness in the formation of the network, neighboring nodes can form compact groups. Hence, we can conclude that the "complex networks theory" can be used in the formation of MTRN.

For the formation of the MTRN, the parameters of the transport nodes were investigated, on the basis of which it will be formed. The basic idea of calculating parameters is the classification of nodes into those that play a significant and secondary role in the network.

To form the MTRN, the parameters of the transport nodes on which it will be formed are investigated: power, density, shortest distance between nodes, mediation and the clustering coefficient. The basic idea of calculating parameters is the classification of nodes into those that play a significant and secondary role in the network.

For example, the node parameters for a fragment of the MTRN model between the towns of Kozelets and Ochakov are defined. The route between Kozelst and Ochakov has been predicted in terms of the significance of the transport hub parameters and selected shortest sections of the route by mode of transport. By the criterion of mileage minimization, the optimum sections of the route by modes of transport were chosen according to the MTRN.

Projected assumptions about the object of study – the definition of criteria for the formation of MTRN.

KEY WORDS: MULTIMODAL TRANSPORT, TRANSPORT MULTIMODAL ROUTE NETWORK, MULTIMODAL TRANSPORT HUBS, COMPLEX NETWORKS,

РЕФЕРАТ

Ширяева С.В. Определение параметров транспортных узлов // С.В. Ширяева, Е.И. Даньковская // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2017. – Вып. 1 (37).

В статье определены основные параметры мультимодальных транспортных узлов.

Объект исследования – процесс формирования мультимодальной транспортно-маршрутной сети Украины.

Цель работы – формирование маршрутов мультимодальных перевозок с учетом параметров транспортных узлов.

МТМС по иерархии делится на два уровня: первый - транспортные пути различных видов транспорта; второй – мультимодальные транспортные узлы. Согласно иерархии, мультимодальный транспортный узел является ключевым элементом в МТМС, поскольку в нем соединяются между собой модальные сети различных видов транспорта, выполняются основные операции по обработке грузопотоков и перевалки грузов с одного вида транспорта на другой.

В Украине есть благоприятные условия для функционирования МТМС. Это выгодное экономико-географическое положение, отраслевая структура национальной экономики, его территориальная организация и развитая транспортная инфраструктура.

Транспортной сети присущи такие свойства как: большой размер, элемент случайности при формировании сети, соседние узлы могут образовывать компактные группы. Отсюда, можно сделать вывод, что «теорию сложных сетей» можно использовать при формировании МТМС.

Для формирования МТМС исследованы параметры транспортных узлов, на основе которых она будет формироваться: мощность, плотность, кратчайшее расстояние между узлами, посредничество и коэффициент кластеризации. Основной идеей расчета параметров является классификация узлов на те, которые играют значимую и второстепенную роль в сети.

Определены параметры узлов для фрагмента модели МТМС между городами Козелец и Очаков. Спрогнозировано маршрут между Козельцом и Очаковом по значимости параметров транспортных узлов и избранные кратчайшие участки маршрута по видам транспорта. По критерию минимизации пробега по МТМС был избран оптимальные участки маршрута по видам транспорта.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования - определение зон потенциальных мультимодальных связей в Украине.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ, МУЛЬТИМОДАЛЬНАЯ ТРАНСПОРТНО-МАРШРУТНАЯ СЕТЬ, СЛОЖНАЯ СЕТЬ, ТРАНСПОРТНЫЙ УЗОЛ.

АВТОРИ:

Ширяева Світлана Володимирівна, кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри транспортних технологій, e-mail: svitlana007@gmail.com, тел. +380508855299, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 432.

Даньківська Катерина Ігорівна., Національний транспортний університет, аспірантка кафедри транспортних технологій, e-mail: katyuchin@gmail.com, тел. +38066-207-40-35, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 432.

AUTHOR:

Shyriaieva Svitlana V., Ph.D., professor, National Transport University, professor department of transport technologies, e-mail: svitlana007@gmail.com, tel. +380508855299, Ukraine, 01010, Kyiv, vul. , Suvorova str. 1, of 432.

Dankivska Katherina I., National Transport University, postgraduate, department of transport technologies, e-mail: katyuchin@gmail.com, tel. +38066-207-40-35, Ukraine, 01010, Kyiv, vul. , Suvorova str. 1, of 432.

АВТОРЫ:

Ширяева Светлана Владимировна, кандидат технических наук, професор, Национальный транспортный университет, професор кафедры транспортных технологий, e-mail: svitlana007@gmail.com, тел. +380508855299, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 432.

Даньковская Екатерина Игоревна, Национальный транспортный университет, аспирантка кафедры транспортных технологий, e-mail: katyuchin@gmail.com, тел. +38066-207-40-35, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 432.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Новікова Ю.А., директор департаменту транспорту та логістики логістичної компанії «Делівері», Київ, Україна

Мельниченко О.І., кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри транспортного права та логістики, Київ, Україна.

REVIEWER:

Novikova Y.A. Director of Transport and Logistics logistic company "Delivery", Kyiv, Ukraine

Melnichenko O.I., Candidate of Science (Engineering), professor, National Transport University, professor of Transport Law and Logistics, Kyiv, Ukraine.