

## МОДЕЛЮВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Дмитрієва Оксана Іллівна

кандидат економічних наук, доцент

Харківський національний автомобільно-дорожній університет (м. Харків, Україна)

ORCID 0000-0001-9314-350X

oksanahnadu@gmail.com

Розроблено математичну модель визначення пріоритетних напрямів розвитку національного інноваційного транспортного ХАБ. Моделювання було здійснено за допомогою синергетичного поєднання теорії нечітких множин, Fuzzy-технології, багатofакторного методу, методу експертних оцінок. З'ясовано, що розвиток національного інноваційного транспортного ХАБ забезпечується двома напрямками: пріоритетним у координатах тривимірної матриці «Інноваційно-виробнича складова – міжнародна складова – екологічна складова» та другим за пріоритетністю у координатах тривимірної матриці «Інвестиційна складова – енергетична складова – соціальна складова».

**Ключові слова:** інноваційний розвиток, транспортна інфраструктура, національний інноваційний транспортний ХАБ.

DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.2019.4.5>

**Постановка проблеми.** Одним з ключових ланок розвитку української економіки стає інноваційний розвиток транспортної системи країни та реалізація її потужного транзитного потенціалу для забезпечення євразійських зв'язків, що дозволило б їй зайняти гідне місце в постіндустріальній структурі світу. Для досягнення цих цілей необхідна розробка системи управління розширеним відтворенням, що дозволяє підтримувати і нарощувати конкурентні переваги галузі за рахунок проведення ефективної інноваційної політики. Питання ефективного управління інноваційним розвитком транспорту, оцінки доцільності впровадження конкретних проектів реінжинірингу та модернізації транспортної інфраструктури є актуальними і становлять значний теоретичний і практичний інтерес.

**Аналіз останніх досліджень і невирішена частина проблеми.** Аналіз монографічної і періодичної літератури з проблематики дослідження показав, що в цілому наукових публікацій з питань інноваційного розвитку транспортної інфраструктури досить для формування системно-цілісного уявлення про предмет дослідження. Істотний внесок у розробку економічних аспектів функціонування і розвитку різних видів інфраструктури внесли як зарубіжні, так і вітчизняні вчені, в числі яких можна виділити таких як Д. Ашауер, Т. Вермієнко [11], К. Віксель, Х. Горбова [3], Х. Данилків [3], Дж. Кларк, А. Князевич [13], О. Крайчук [13], А. Льюїс, О. Побурко [3], П. Розенштейн-Родан, П. Самуельсон. При очевидній цінності наявних розробок з даної проблеми, на наш погляд, додаткових досліджень потребують питання методичного забезпечення оцінки основних напрямів інноваційного розвитку транспортної інфраструктури. Цим обумовлені актуальність і наукова значимість вирішення поставленої проблеми, вибір теми, постановка мети і завдань дослідження.

**Метою** є полягати у визначенні основних напрямів інноваційного розвитку транспортної інфраструктури.

**Результати дослідження.** Формування напрямків інноваційного розвитку транспортної інфраструктури та визначення відповідних механізмів його державної підтримки та регулювання починається з системного аналізу та науково обґрунтованого визначення діючих факторів, на основі якого пропонується побудувати модель відповідного механізму державного регулювання і визначити послідовність етапів

його впровадження. За допомогою системного аналізу складають математичну модель об'єкту управління, після чого синтезуються складові алгоритму регулювання, необхідні для отримання бажаних результатів.

Модель, як спрощене зображення конкретних управлінських ситуацій, дозволяє у багатьох випадках наочно в узагальненому вигляді уявити собі фактори, які діють на об'єкт, їх вплив на процес становлення інновацій в механізмах державного регулювання складною техніко-технологічною системою. Моделювання механізмів державного регулювання, математична оцінка ступеня впровадження науково обґрунтованих складових елементів цього механізму та інструментів організаційно-правового, техніко-технологічного, економічного механізмів, соціально-екологічних методів може дати об'єктивну інформацію про якість державного регулювання інноваційним розвитком транспортної інфраструктури у вигляді національного інноваційного транспортного ХАБ (НІТХАБ).

Процес розробки оціночних методик державного регулювання інноваційним розвитком транспортної інфраструктури може бути відображений у вигляді математичної моделі:

$$VM_{НІТХАБ} = F_i(M_i), \quad (1)$$

де  $VM_{НІТХАБ}$  – оцінка ступеня впровадження складових механізмів регулювання НІТХАБ;  $F_i$  – функції формування механізмів державного регулювання всіх складових;  $M_i$  – механізми державного регулювання всіх складових.

Національний інноваційний транспортний ХАБ як система державного регулювання інноваційного розвитку транспортної інфраструктури представляє собою шестикутник сполучення та взаємодії шести окремих складових: інноваційно-виробничої, міжнародної, екологічної, інвестиційної, енергетичної та соціальної. При прийнятті максимально можливої оцінки впровадження механізму  $VM_{НІТХАБ} = 0,7 \dots 1$  всі складові елементи, що входять до нього, можна ввести в формулу за результатами експертних оцінок в розмірі від 0 до 1, тоді коефіцієнт ефективності використання механізму регулювання  $k$  буде дорівнювати:

$$k = VM_{НІТХАБ}^{факт.} / VM_{НІТХАБ}^{теор.} \rightarrow 1. \quad (2)$$

Для обґрунтування й оцінки значущості кожного з елементів механізму державного регулювання інноваційного розвитку транспортної інфраструктури в умовах, коли даних по

структуризації предметної області та інформації про неї недостатньо, пропонується використання методики експертних оцінок, теорії нечітких множин і Fuzzy-технології. Методика експертної оцінки елементів механізму державного регулювання інноваційного розвитку транспортної інфраструктури складається з трьох частин:

I частина – визначення складових елементів механізму і їх поточних характеристик за кожною з шести складових;

II частина – оцінка ваги кожного з елементів при становленні ефективно діючого механізму регулювання;

III частина – представлення експертів про стан об'єкта дослідження.

Механізм державного регулювання НІТХАБ [13, с. 59]

характеризується великою кількістю діючих факторів  $K$ . Це безліч складається з дієвих інструментів на різних рівнях регулювання:

$$k = (S_I, S_Y, S_T) \quad (3)$$

де  $S_I$  – діючі фактори (інструменти) механізму державного регулювання НІТХАБ на інституційному рівні;  $S_Y$  – діючі фактори (інструменти) механізму державного регулювання НІТХАБ на управлінському рівні;  $S_T$  – діючі фактори (інструменти) механізму державного регулювання НІТХАБ на технічному рівні.

За результатами попередньо проведеного аналізу кожна із шести складових НІТХАБ характеризується частковими показниками, зміст яких систематизовано в табл. 1.

Таблиця 1

#### Показники, що характеризують ступінь реалізації складових національного інноваційного транспортного ХАБ

Складова	Ум. поз.	Назва показника
Інноваційно-виробнича	C <sub>11</sub>	Частка перевізників недержавної форми власності на транспорті
	C <sub>12</sub>	Відсоток мультимодальних перевезень вантажів
	C <sub>13</sub>	Швидкість доставки вантажів «від дверей до дверей» та у визначений строк
	C <sub>14</sub>	Частка контейнерних перевезень у загальному обсягу перевезень;
	C <sub>15</sub>	Питома вага пересувних габаритно-вагових комплексів у загальному обсягу перевезень
	C <sub>16</sub>	Робототехніка та автономний транспорт
Міжнародна	C <sub>21</sub>	Обсяг транзитних перевезень через Україну
	C <sub>22</sub>	Кількість заходів суден в порти України
	C <sub>23</sub>	Рівень якості транспортних послуг під час експортних перевезень
	C <sub>24</sub>	Отримання рейтингу топ-100 найбільших портів світу українськими морськими торговельними портами за показниками кількості оброблених контейнерів
	C <sub>25</sub>	Частка перевезення вантажів в інтермодальних транспортних одиницях від загального обсягу перевезень
	C <sub>26</sub>	Інтероперабельність транспортної системи України
	C <sub>27</sub>	Кількість маршрутів регулярних контейнерних/ мультимодальних вантажних поїздів, синхронізованих з маршрутами поїздів держав – членів ЄС
	C <sub>28</sub>	Час обробки вантажів та оформлення документації під час міжнародних перевезень
Екологічна	C <sub>31</sub>	Відсоток екологічно застрахованих транспортних засобів у загальному обсягу рухомого складу
	C <sub>32</sub>	Кількість спеціальних структур з переробки шкідливих відходів транспорту
Інвестиційна	C <sub>41</sub>	Питома вага пільгового (інвестиційного податкового кредиту, урядового безвідсоткового та пільгового кредиту), прямого проектного фінансування у загальному обсягу виданих кредитів на розвиток транспортної інфраструктури
	C <sub>42</sub>	Питома вага емісії цінних паперів під інвестиційні проекти інноваційного розвитку транспорту у загальному обсягу емісії цінних паперів
Енергетична	C <sub>51</sub>	Відсоток НДДКР в сфері енергозбереження та енергоефективності
	C <sub>52</sub>	Частка електромобілів у загальному обсягу парку автотранспорту
	C <sub>53</sub>	Питома вага енергозберігаючих технологій у транспортних перевезеннях
	C <sub>54</sub>	Використання сучасних енергоресурсів у транспортних перевезеннях
Соціальна	C <sub>61</sub>	Рівень заробітної плати працівників галузі
	C <sub>62</sub>	Питома вага пунктів дорожнього сервісу відпочинку водіїв у загальному обсягу пунктів зупинки транспортних засобів
	C <sub>63</sub>	Рівень продуктивності праці на транспорті (приведені тонно-кілометри, пасажиро-кілометри на одного працюючого на рік)
	C <sub>64</sub>	Кількість створених нових робочих місць

Для проведення оцінки часткових показників за кожною з складових НІТХАБ доцільно скористатися експертним аналізом. Ступінь впливу аналізованих показників на рівень інно-

ваційного розвитку НІТХАБ доцільно оцінювати з використання традиційної якісної шкали. Опис змісту шести складових НІТХАБ та шкали оцінки надано в табл. 2.

Таблиця 2

#### Шкали оцінювання часткових показників складових НІТХАБ

Опис	Оцінка
Вирішальний вплив на інноваційний розвиток НІТХАБ	5
Значний вплив на інноваційний розвиток НІТХАБ	4
Помірний вплив на інноваційний розвиток НІТХАБ	3
Слабкий вплив на інноваційний розвиток НІТХАБ	2
Відсутність впливу на інноваційний розвиток НІТХАБ	1

Кількість експертів, необхідних для проведення експертизи, визначено за формулою:

$$N_{min} = 0,5\lambda(3/\lambda + 0,5), \quad (4)$$

де  $\lambda$  – ймовірність помилки експертів ( $0 < \lambda < 1$ ).

Величина похибки при рівні достовірності результатів експертизи 95% буде дорівнюватись 5%, тоді необхідна кількість експертів для проведення експертизи буде:

$N_{min} = 0,5 \times (3/0,5 + 0,5) = 30,25$ , тобто необхідна кількість експертів 30 осіб.

Для оцінювання часткових показників впливу на інноваційний розвиток транспортної інфраструктури необхідно визначити їх пріоритетність шляхом їх ранжування за бальною шкалою. У зв'язку з тим, що попередньо виявлено шість складових національного інноваційного транспортного ХАБ, то шкала рангів виглядає наступним чином: найбільш вагома складова – «б», найменш вагома – «1». Як бачимо експерти надають перевагу такій складовій як «Інноваційно-виробнича», адже саме в залежності від його значення можливе технічне забезпечення реалізації стратегії інноваційного розвитку НІТХАБ. На другому місці складова «Міжнародна», що свідчить про визнання експертами необхідності високого рівня залучення всіх складових національної економіки, у т.ч. транспорту, до євроінтеграційних процесів. На третьому місці складова «Екологічна», що свідчить про важливість урахування впливу діяльності всіх видів транспорту на навколишнє середовище. Останні три складові «Інвестиційна», «Енергетична», «Соціальна» також важливі з точки зору експертів, але є менш значущими, а їх взаємодія визнана найменш пріоритетною, що свідчить про відсутність значущої ролі взаємодії показників цих складових в ході аналізу їх впливу на інноваційний розвиток НІТХАБ.

Розрахунок коефіцієнту конкордації дозволяє з'ясувати ступінь узгодженості думок експертів:

$$W = \frac{12 \times S}{m^2 \times (n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i} \quad (5)$$

$$T_i = \sum_{l=1}^L (t_l^3 - t_l) \quad (6)$$

$$S = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m a_{ij} - a \right)^2 \quad (7)$$

де  $m$  – число експертів у групі;  $n$  – число складових НІТХАБ;  $S$  – сума квадратів різниць рангів (відхилень від середнього);  $a$  – середня сума рангів, що призначена даній складовій усіма експертами;  $a_{ij}$  – оцінка  $m$ -м експертом  $n$ -ї складової;  $L$  – кількість груп зв'язаних рангів;  $t_l$  – кількість зв'язаних рангів в кожній групі.

Статистична значущість коефіцієнту конкордації розрахована за формулою:

$$IC = \frac{1}{10,36512} \times ( 0,92845C_{13} + 0,92356C_{14} + 0,77004C_{15} + 0,84550C_{16} ) \quad (9)$$

$$\chi^2 = \frac{12 \times S}{m \times n \times (n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m T_i} \quad (8)$$

Інтеграція формул (4.5 – 4.8) дозволяє розрахувати фактичний коефіцієнт конкордації:

$$W = \frac{12 \times 11772,66}{30^2 \times (6^3 - 6) - 30 \times 216} = 0,774 \text{ або } 77,4\%$$

Розраховане значення коефіцієнта конкордації (0,774) дозволяє дійти до висновку, що думки експертів узгоджені на 77,4% відносно ранжування вагомість складових НІТХАБ та ступеню їх впливу на розвиток національного інноваційного транспортного ХАБ.

Фактичний коефіцієнт конкордації складає:

$$\chi^2 = \frac{12 \times 11772,67}{30 \times 6 \times (6+1) - \frac{216}{6-1}} = 164,88$$

Отримане значення коефіцієнту конкордації (164,88) практично в 10 разів перевищує його емпіричне значення при числі ступенів свободи ( $df = 6 - 1 = 5$ ) та 99,9 %-му довірчому інтервалі – 15,086. Тобто  $164,88 > 15,086$ , це свідчить, що висока ступінь узгодженості думок експертів не є випадковою.

Подальшу обробку отриманої матриці оцінок: (30 експертів  $\times$  26 показників) було здійснено за допомогою пакету прикладних програм STATISTICA 10 – багатофакторний аналіз. Результати проведення багатофакторного аналізу наведено на рис.1.

За даними рис.1 до першого фактору увійшли показники, які відображають рівень інноваційного розвитку за складовою «Інноваційно-виробнича», яка має найбільший вплив на інноваційний розвиток НІТХАБ (39,866% дисперсії) і вказують на можливість досягнення основної місії транспортної інфраструктури – забезпечити інноваційно-технологічне лідерство в кожному сегменті функціонування транспортної інфраструктури. Практично всі показники мають стимулюючий вплив, крім показника  $C_{13}$  – «Швидкість доставки вантажів «від дверей до дверей» та у визначений строк», від'ємне значення якого підтверджує, що зниження цього показника вказує на високий рівень надання цієї послуги. Формула залежності багатофакторного впливу на величину  $1C$  – «Інноваційно-виробнича складова НІТХАБ» має наступний вигляд:

Variable	Factor Loadings (Unrotated) (Вих.дан) Extraction: Principal components (Marked loadings are > ,700000)					
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6
C <sub>13</sub>	-0,92845	0,003147	-0,214879	-0,145984	0,029904	0,138578
C <sub>14</sub>	0,92356	0,018407	-0,158354	-0,144502	-0,003059	0,169811
C <sub>15</sub>	0,77004	0,078631	0,317794	0,341082	-0,017595	-0,185016
C <sub>16</sub>	0,84550	-0,131734	0,289867	0,196217	-0,027831	-0,192189
C <sub>21</sub>	0,372395	0,79282	0,437239	0,102771	-0,077307	0,029337
C <sub>22</sub>	-0,12059	-0,629011	-0,570172	0,360799	0,260918	0,061141
C <sub>23</sub>	0,102771	0,86998	0,367471	0,255546	-0,028471	-0,146078
C <sub>24</sub>	0,102771	0,79229	-0,272078	-0,359749	-0,078382	-0,045793
C <sub>25</sub>	-0,11080	0,832849	-0,292365	0,059706	0,142244	-0,346191
C <sub>26</sub>	0,367471	0,78704	-0,306882	0,015475	0,255705	-0,061555
C <sub>27</sub>	0,217554	0,81099	0,217554	0,206364	-0,049961	-0,208903
C <sub>28</sub>	0,137007	-0,77435	0,101854	-0,206336	0,225622	-0,100563
C <sub>31</sub>	0,14626	0,072142	0,361468	-0,025741	0,478511	0,375323
C <sub>32</sub>	-0,20030	-0,062572	0,370068	-0,458832	0,525795	0,153914
C <sub>41</sub>	-0,43108	0,343316	-0,079426	0,129060	0,453230	0,058696
C <sub>42</sub>	-0,66140	0,380169	-0,280527	-0,056906	0,185649	0,218117
C <sub>51</sub>	0,317794	0,100863	-0,249881	-0,314502	0,83893	0,080048
C <sub>52</sub>	-0,46708	-0,029338	0,049743	-0,484168	-0,433439	0,065171
C <sub>53</sub>	-0,34478	0,451318	-0,251820	0,353900	0,008142	0,098527
C <sub>54</sub>	-0,17663	-0,093694	-0,391727	0,359063	-0,486486	0,112201
C <sub>61</sub>	-0,12059	-0,629011	-0,570172	0,360799	0,260918	0,061141
C <sub>62</sub>	0,065171	-0,030640	0,367471	0,255546	-0,028471	0,86998
C <sub>63</sub>	0,058696	-0,170610	-0,272078	-0,359749	-0,078382	0,79229
C <sub>64</sub>	-0,11080	-0,100563	-0,292365	0,059706	0,142244	0,832849
Expl. Var	10,36512	3,234000	2,577519	1,966531	1,562877	1,325901
Prp. Totl	0,39866	0,124385	0,099135	0,085737	0,073111	0,066996

Розраховано автором: лістинг програми STATISTICA10

Рис.1. Результати факторного аналізу впливу рівня розвитку окремих складових на загальний рівень інноваційного розвитку НІТХАБ

Дані формули (9) свідчать, що на рівень інноваційного розвитку першої складової НІТХАБ найбільший вплив має впровадження інноваційних транспортно-логістичних технологій.

До другого фактору «Міжнародна складова» увійшли показники, які забезпечують розширення міжнародного співробітництва на новій, інноваційно-інтерактивній основі. Практично всі показники також мають стимулюючий вплив на величину 2С, крім показника С<sub>28</sub> – «Час обробки вантажів та

оформлення документації під час міжнародних перевезень», від'ємне значення якого підтверджує, що зниження цього показника вказує на високий рівень надання цієї послуги. Величина дисперсії другої складової 12,4385%. Отримана формула залежності величини 2С – «Міжнародна складова» від значимих показників, які відображають міжнародне інноваційне інфраструктурне забезпечення транспортних процесів, має наступний вигляд:

$$2C = \frac{1}{12,4385} \times ( 0,792825C_{21} + 0,86998C_{23} + 0,79229C_{24} + 0,832849C_{25} + 0,787049C_{26} + 0,81099C_{27} - 0,77435C_{28} ) \quad (10)$$

Дані формули (10) свідчать, що на рівень інноваційного розвитку другої складової НІТХАБ найбільший вплив має забезпечення якості транспортних послуг під час експортних перевезень.

До третього фактору «Екологічна складова» увійшли показники, які мають забезпечити екологічно відповідальну діяльність на транспорті та екологічно безпечно надання транспортних послуг. Всі показники також мають стимулюючий вплив на величину 3С; величина дисперсії 9,9135%. Отримана формула залежності величини 3С – «Екологічна складова» від показників, які відображають екологічно безпечно та відповідальне функціонування транспортної інфраструктури, має наступний вигляд:

$$3C = \frac{1}{9,9135} \times ( 0,361468C_{31} + 0,370068C_{32} ) \quad (11)$$

Дані формули (11) свідчать, що на рівень інноваційного розвитку третьої складової НІТХАБ найбільший вплив має розвиток спеціальних структур з переробки шкідливих відходів транспорту.

До четвертого фактору «Інвестиційна складова» увійшли показники, які відображають економічну ефективність та інвестиційну привабливість інноваційної діяльності розвитку транспортної інфраструктури. До цієї складової увійшов тільки один показник «Питома вага пільгового (інвестиційного податкового кредиту, урядового безвідсоткового та пільгового кредиту), прямого проектного фінансування у загальному обсягу виданих кредитів на розвиток транспортної інфраструктури», він має стимулюючий вплив на величину 4С; величина дисперсії інвестиційної складової 8,5737%. Отримана формула залежності величини 4С – «Інвестиційна

«складова» від показників, які відображають рівень фінансового забезпечення та ефективність реалізації інновацій у розвиток транспортної інфраструктури, має наступний вигляд:

$$4C = \frac{1}{8,5737} \times (0,129060C_{41}) \quad (12)$$

Як свідчать дані формули (12): найбільший вплив на рівень фінансового забезпечення та ефективності реалізації інновацій у транспортній інфраструктурі має показник, який відображає можливість залучення у інноваційну діяльність інвестицій на пільгових умовах.

До п'ятого фактору «Енергетична складова» увійшли показники, які відображають можливість підвищення енергоефективності в кожному сегменті функціонування транспортної інфраструктури за рахунок впровадження інновацій. З чотирьох показників цієї складової на рівень інноваційного розвитку НІТХАБ мають вплив тільки два показника: «Відсоток НДДКР в сфері енергозбереження та енергоефективності» та «Питома вага енергозберігаючих технологій у транспортних перевезеннях», обидва мають стимулюючий вплив на величину 5С. Величина дисперсії енергетичної складової 7,3111%. Отримана формула залежності величини 5С –

$$6C = \frac{1}{6,6996} \times (0,86998C_{62} + 0,79229C_{63} + 0,832849C_{64}) \quad (14)$$

Як свідчать дані формули (14): найбільший вплив на рівень соціального забезпечення реалізації інновацій у розвиток транспортної інфраструктури має показник, який відображає підвищення якості дорожнього сервісу відпочинку водіїв, що свідчить про необхідність підвищення соціальної від-

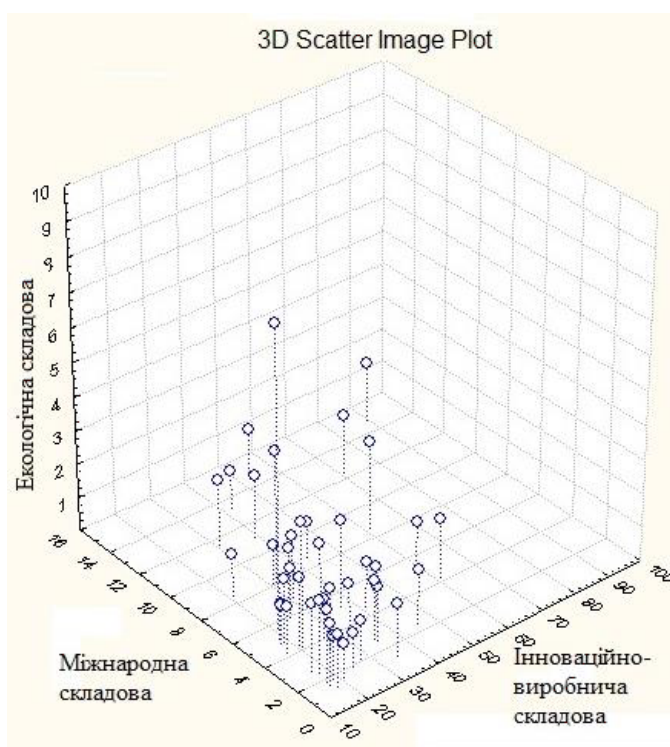
«Енергетична складова» від показників, які відображають рівень енергетичного забезпечення впровадження інновацій у розвиток транспортної інфраструктури, має наступний вигляд:

$$5C = \frac{1}{7,3111} \times (0,83893C_{51} + 0,008142C_{53}) \quad (13)$$

Як свідчать дані формули (13): найбільший вплив на рівень енергетичного забезпечення реалізації інновацій у розвиток транспортної інфраструктури має показник, який відображає обсяг НДДКР в сфері енергозбереження та енергоефективності.

До шостого фактору «Соціальна складова» увійшли показники, які відображають соціально-корпоративну відповідальність транспортної діяльності. Практично всі показники (три з чотирьох) мають вплив на рівень інноваційного розвитку НІТХАБ, всі показники мають позитивний вплив на величину 6С, величина дисперсії соціальної складової 6,6996%. Отримана формула залежності величини 6С – «Соціальна складова» від показників, які відображають рівень соціального забезпечення реалізації інновацій у розвиток транспортної інфраструктури, має наступний вигляд:

повідальності на транспорті. На основі проведених розрахунків для візуалізації та виявлення пріоритетних напрямів розвитку окремих складових НІТХАБ було побудовано діаграми: рис.2–6. Діаграма рис.2 представляє собою компліментарне поєднання перших трьох найбільш впливових складових: інноваційно-виробничої; міжнародної та екологічної.



Побудовано автором: лістинг програми STATISTICA10

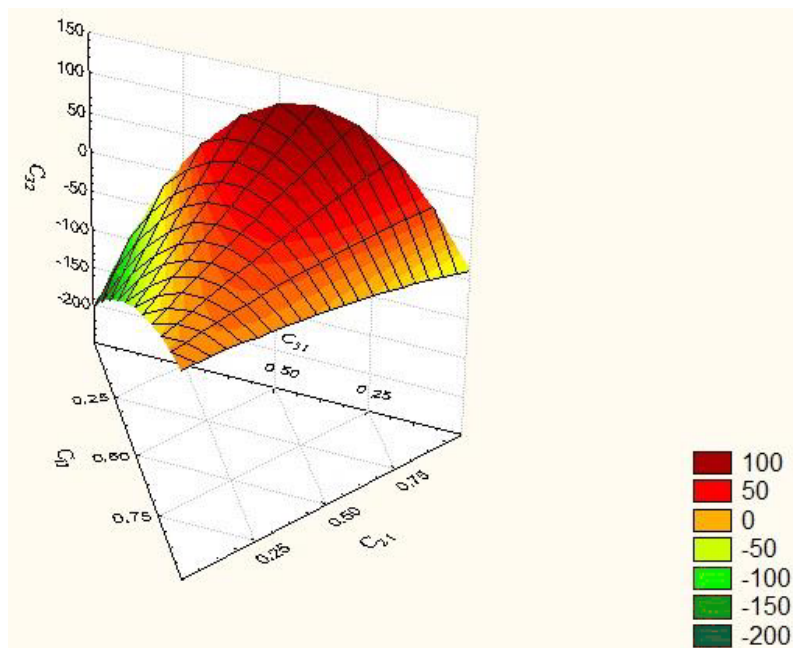
Рис.2. 3D візуалізація рівня розвитку найбільш впливових складових на рівень інноваційного розвитку НІТХАБ

На основі проведеного аналізу найбільш впливовими напрямками інноваційного розвитку НІТХАБ було визначено удосконалення логістичного міжнародного забезпечення

швидкості доставки вантажів «від дверей до дверей», у визначений строк при відповідній якості транспортних послуг під час експортних перевезень. Виявлення переважних напрямів

інноваційного розвитку НІТХАБ у тривимірній матриці «Інноваційно-виробнича складова – міжнародна складова – еко-

логічна складова» здійснено за допомогою побудови 3D гістограми (рис.3).



Побудовано автором: лістинг програми STATISTICA10

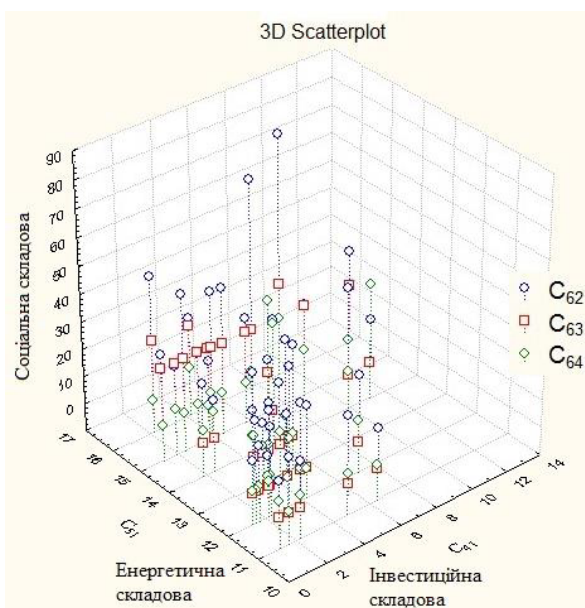
Рис.3. 3D гістограма пріоритетного напрямку розвитку НІТХАБ у координатах тривимірної матриці «Інноваційно-виробнича складова – міжнародна складова – екологічна складова»

Тарування діаграми рис.3 доводить, що більшість показників тривимірної матриці «Інноваційно-виробнича складова – міжнародна складова – екологічна складова» мають рівень розвитку від 50 до 100%, що підтверджує правильність висновку про визначення її основним напрямом розвитку.

Візуальний аналіз діаграми рис.3 доводить, що вузьким місцем розвитку основного напрямку розвитку національного інноваційного транспортного ХАБ «Інноваційно-виробнича складова – міжнародна складова – екологічна складова» є недостатня розвиненість спеціальних структур з переробки шкідливих відходів транспорту (рівень розвитку

від'ємний), що гальмує транспортну євроінтеграцію України щодо забезпечення міжнародних норм безпечного та екологічно чистого транспортування, збереження навколишнього середовища.

Діаграма рис.4 представляє собою компліментарне поєднання останніх трьох складових: інвестиційної, енергетичної, соціальної. Це поєднання представляє другий за вагомістю, але не за значимістю для національної економіки та суспільства напрям розвитку національного інноваційного транспортного ХАБ.

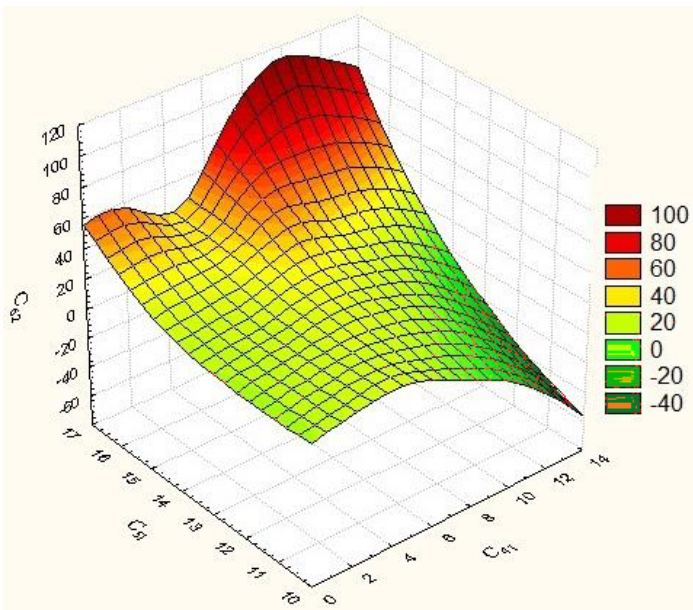


Побудовано автором: лістинг програми STATISTICA10

Рис.4. 3D візуалізація рівня розвитку найменш впливових складових на рівень інноваційного розвитку НІТХАБ

На основі проведеного аналізу найменш впливовим напрямом інноваційного розвитку НІТХАБ було визначено сінергетичне поєднання складових: інвестиційної, енергетичної та соціальної. Сумарна дисперсія цих складових складає 22,58% (див.рис.4), тобто їх дія пояснює менш ніж чверть всіх

процесів, які відповідають за інноваційний розвиток НІТХАБ. Виявлення переважних напрямів інноваційного розвитку НІТХАБ за другим напрямом у тривимірній матриці «Інвестиційна складова – енергетична складова – соціальна складова» здійснено за допомогою побудови 3D гістограми (рис.5).



Побудовано автором: лістинг програми STATISTICA10

Рис.5. 3D гістограма другого за пріоритетністю напрямку розвитку НІТХАБ у координатах тривимірної матриці «Інвестиційна складова – енергетична складова – соціальна складова»

Візуальний аналіз діаграми рис.5 доводить, що більшість показників цього напрямку знаходять за рівнем розвитку в межах від 0 до 40%, тобто або низький, або дуже низький. Тільки показники соціальної складової мають високий рівень розвитку: 60-80%, а саме показник «Питома вага пунктів дорожнього сервісу відпочинку водіїв у загальному обсягу пунктів зупинки транспортних засобів». Ця ситуація наочно ілюструє, що другим за значимістю для розвитку національного інноваційного транспортного ХАБ є соціально-економічні аспекти забезпечення функціонування транспортної інфраструктури, а саме – соціально-корпоративна відповідальність ведення бізнесу на засадах державно-приватного партнерства.

**Висновки і пропозиції.** Розроблено математичну модель визначення пріоритетних напрямів інноваційного розвитку транспортної інфраструктури. Моделювання було здійснено за допомогою сінергетичного поєднання теорії нечітких множин, Fuzzy-технології, багатфакторного методу, методу експертних оцінок. В процесі проведеного дослідження було з'ясовано, що розвиток національного інноваційного транспортного ХАБ забезпечується двома напрямками: пріоритетним

у координатах тривимірної матриці «Інноваційно-виробнича складова – міжнародна складова – екологічна складова» та другим за пріоритетністю у координатах тривимірної матриці «Інвестиційна складова – енергетична складова – соціальна складова». Реалізація пріоритетного напрямку можливо завдяки використанню інноваційних технологій надання транспортних послуг, що дозволить здійснити євроінтеграцію України, забезпечення міжнародних норм безпечного та екологічно чистого транспортування, збереження навколишнього середовища. Реалізація другого за пріоритетністю напрямку дозволить забезпечити соціально-відповідальний інноваційний розвиток транспортної інфраструктури, соціально-корпоративну відповідальність ведення бізнесу на засадах державно-приватного партнерства. Становлення самодостатньою, самоорганізованою, ефективно діючою транспортної інфраструктури України необхідно не тільки для гармонізації функціонування національної інноваційної системи, економічної безпеки транспортних перевезень.

#### Список використаної літератури:

1. Проблемы и перспективы посткризисного развития транспортной системы Украины. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/UZTNU/zapiski/econ/2010\\_1/Potei\\_v.html](http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/UZTNU/zapiski/econ/2010_1/Potei_v.html)
2. Статистичний збірник "Транспорт і зв'язок України – 2018". Державна служба статистики України. / За редакцією І. Петренко. Вид-во: ТОВ «Бук-Друк», 2019. – 152 с.
3. Данилків Х. П., Горбова Х. В., Побурко О. Я. Інноваційний розвиток транспортної системи України. Науковий вісник НЛТУ України, 2018, т.28, №4. С.31 – 35. <https://doi.org/10.15421/40280405>
4. Наукова та інноваційна діяльність України 2018. Статистичний збірник. Державна служба статистики України. / За редакцією Кузнєцової М. С. Вид-во: ТОВ "Август Трейд", 2019. – 108 с.
5. Обстеження інноваційної діяльності в економіці України за період 2014–2016 років. Електронний ресурс // К.: Держстат України, 2017. – Режим доступу: [http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/publnauka\\_u.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publnauka_u.htm)

6. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р. Електронний ресурс: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80>
7. Закон України «Про транспорт». Введено в дію Постановою ВР № 233/94-ВР від 10.11.94, ВВР, 1994, N 51, ст.447 із змінами і доп.
8. Указ Президента України «Про Положення про Державну інспекцію України з безпеки на наземному транспорті, із змінами, внесеними згідно з Указом Президента № 506/2013 від 11.09.2013 р.
9. Овчиннікова В.О. Особливості державного регулювання розвитку залізничного транспорту в Україні. Економіка і суспільство, Випуск # 12 / 2017: 129-135.
10. Бочарников В. П. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике / В. П. Бочарников. – С-Пб.: «Наука» РАН, 2001. – 328 с.
11. Вермієнко Т. Г. Розвиток інноваційної інфраструктури в Україні [Електронний ресурс] / Т. Г. Вермієнко // Ефективні інструменти сучасних наук. – 2008. – Режим доступу: [http://www.rusnauka.com/11\\_EISN\\_2008/Economics/30551.doc.htm](http://www.rusnauka.com/11_EISN_2008/Economics/30551.doc.htm).
12. Вітлінський В. В. Моделювання економіки: навч. посіб. / В. В. Вітлінський. – К. : КНЕУ, 2003. – 407 с.
13. Князевич А. О. Механізми управління інноваційним розвитком: моногр. / А. О. Князевич, О. В. Крайчук. – Рівне : РДГУ, 2011. – 133 с.
14. Гнатієнко Г. М., Снитюк В. Є. Експертні технології прийняття рішень: монографія. К., 2008. 444 с.

**Dmytriieva O. I.**, PhD, Associate Professor, Kharkiv National Automobile and Highway University (Kharkiv, Ukraine)

**Modeling of innovative development of transport infrastructure**

*A mathematical model of determining priority directions of development of national innovative transport HUB has been developed. The simulation was carried out with the help of a synergistic combination of fuzzy set theory, Fuzzy technology, multifactorial method, expert estimation method. It has been found that the development of the national innovative transport HUB is provided in two directions: priority in the coordinates of the three-dimensional matrix "Innovation and production component - international component - ecological component" and second priority in the coordinates of the three-dimensional matrix - investment component».*

**Key words:** innovative development, transport infrastructure, national innovative transport HUB.

Дата надходження до редакції: 27.10.2019 р.