

УДК 339.9

Чернега О. Б.

д.е.н., професор

Дорофєєва Х. М.

аспірант,

Донецький національний університет економіки і торгівлі  
імені Михайла Туган-Барановського (м. Кривий Ріг)

## СТРАТЕГІЯ ІНТЕГРАЦІЇ АВІАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ ДО ЄДИНОГО ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

*У статті розглянуті особливості співпраці України та ЄС у процесі інтеграції транспортних систем. Особлива увага приділена інтеграції української авіаційної мережі до єдиної авіаційної мережі ЄС. Розроблені рекомендації щодо стратегії та механізмів інтеграції авіаційної мережі України до єдиної транспортної системи ЄС. На основі градієнтного методу максимального елемента, використання концепції «Hub&Spoke», обґрунтовано економічну доцільність формування міжнародного авіахабу в центральній частині України та запропоновано модель європейської авіамережі з урахуванням результатів оптимального розміщення авіахабів, що дозволяє підвищити ефективність авіап перевезень на підставі значного збільшення кількості авіамаршрутів у напрямку Середнього Сходу та створити передумови для подальшого розвитку глобальної авіаційної системи.*

*Ключові слова: авіаційна мережа, концепція «Hub&Spoke», стратегія інтеграції транспортної системи, авіахаб, алгоритм оптимального розміщення, градієнтний метод максимального елемента.*

**Постановка проблеми.** Загальний стан транспортної системи України є задовільним, тобто перевезення пасажирів та вантажів по найбільш коротким та вигідним шляхам сполучення забезпечуються на належному рівні. Однак, незважаючи на те, що повітряний транспорт є найбільш вигідним та зручним за показниками швидкості доставки на великі відстані, він має незначну питому вагу в структурі транспортної системи держави. Підвищення показників розвитку авіаційних транспортних мереж України є одним з найважливіших завдань, що стоять перед державою в умовах інтеграції до ЄС, оскільки організація ефективної роботи повітряних мереж у відносно короткостроковій перспективі забезпечить найбільшу продуктивність міжнародних перевезень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розвитку інтеграційних процесів в транспортному секторі України присвячені роботи таких вчених, як М. Згуровський, Ю. Пахомов, І. Бистряков, Е. Кочетов, А. Філіпенко, А. Маловичко, А. Сліпченко та ін. Проблеми розміщення авіахабів та їх вплив на розвиток держави розглядаються такими дослідниками, як В. Іванов, Е. Гінсбург, А. Кузнецов, А. Журба та ін. Основні положення, що визначають загальні теоретико-методичні основи дослідження оптимальності розміщення авіахабів базуються на градієнтних методах Альтаяр Касема, Ю. Матвеева, М. Хайдера, В. Кондратьєва та ін.

**Формування цілей статті.** Метою роботи є розробка рекомендацій щодо приєднання України до авіаційної мережі ЄС та механізмів інтеграції до європейського повітряного простору.

**Виклад основного матеріалу.** Інтеграція транспортної системи України до єдиної транспортної системи ЄС є одним з ключових напрямів розвитку. З початку реалізації зовнішньої політики добросусідства ЄС, Україна була першою державою, яку відвідали представники Європейської комісії з метою проведення переговорів щодо спільного плану дій. У 2004 році Європейською Радою був затверджений «План дій Україна-ЄС», а у квітні 2006 року цей документ затвердив до реалізації Уряд України. Особлива увага в документі приділена співпраці у транспортній галузі, до переліку заходів якої входять відпрацювання концепції послідовної національної транспортної політики розвитку всіх видів транспорту України відповідно до Білої книги ЄС у сфері транспорту, оцінка пріоритетних інфраструктурних проектів у різних секторах та участь у спільному з ЄС розвитку пан'європейських коридорів і зон, а також в програмі TRASECA, визначення джерел і прийняття стратегії фінансування проектів та інфраструктури з урахуванням рішення про поширення в Україні мандата Європейського інвестиційного банку, підготовка інвестпроектів з розвитку транспортної інфраструктури із залученням фінансових ресурсів Європейського інвестиційного банку та ЄБРР [1, с. 158].

У жовтні 2010 року Кабінетом міністрів України була затверджена «Транспортна стратегія України на період до 2020 року», одним з завдань якої є «прискорення темпів інтеграції вітчизняної транспортної системи до європейської та світової транспортних систем та максимальне використання транзитного потенціалу держави». Відповідно до положень документу інтеграція транспортної системи України до європейської передбачає виконання завдань, що включають законотворчі, економічні, технічні, завдання щодо покращення функціонування прикордонних

пунктів та завдання міжнародного співробітництва [2]. Однак, не зважаючи на досить широкий спектр охоплення стратегією напрямів інтеграційної політики України, вона не враховує необхідності соціального реформування транспортної системи та вирішення проблем щодо покращення рівня безпеки пасажирських та вантажних перевезень. У зв'язку з цим нами запропонована стратегія інтеграції транспортної системи України до єдиної транспортної системи ЄС, що враховує правові, економічні, технічні, соціальні аспекти інтеграції, а також детермінанти, що визначають безпечність розвитку транспортних перевезень (рис. 1).

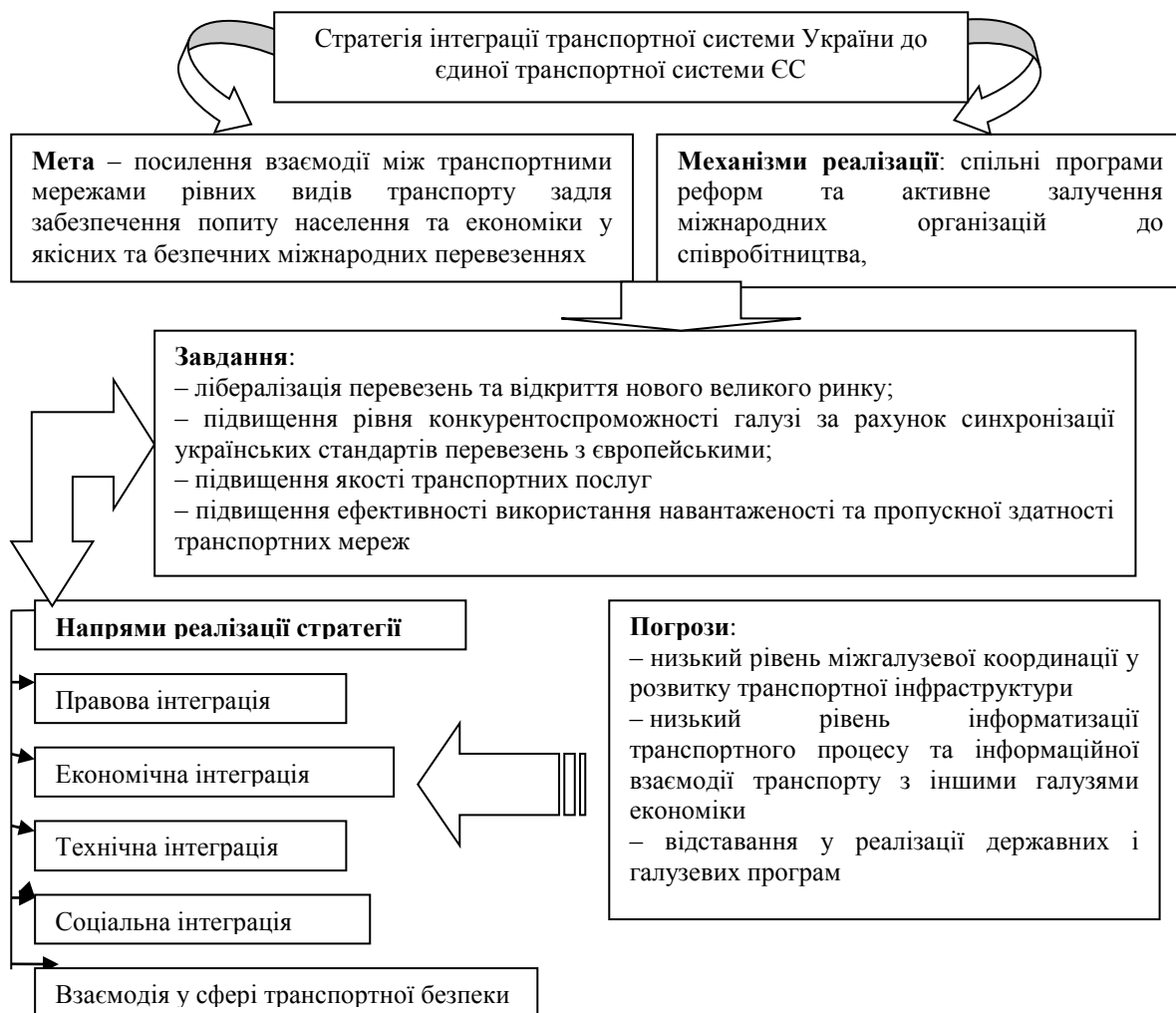


Рис. 1. Стратегія інтеграції транспортної системи України до єдиної транспортної системи ЄС

Інтеграційні процеси в Україні проходять при складних економічних та політичних умовах: перехід до ринкової економіки після адміністративно-командного режиму, політична нестабільність, помірні темпи розвитку інвестиційних процесів. Ці фактори призводять до гальмування процесу реструктуризації економіки та нефективної участі держави у міжнародних економічних відносинах. Стратегія

інтеграції транспортної системи України до транспортної системи ЄС має на меті, перш за все, посилення взаємодії між суб'єктами транспортних мереж різних видів транспорту, що дозволить безпечними для економічної системи темпами забезпечити гармонізацію всіх аспектів як інтермодальних, так і мультимодальних перевезень, що є особливо актуальними на сучасному етапі розвитку світової економіки. У якості механізмів реалізації стратегії інтеграції не достатньо внутрішніх реформ на різних рівнях управління, Україна має приймати активну участь у спільних програмах розвитку транспортних мереж ЄС. На сьогодні Україна є учасником двох європейських проектів, що мають на меті активізацію інтеграційних процесів в галузі транспорту – проект Twinning «Підтримка розробки та імплементації транспортної політики в Україні» та проект «Підтримка інтеграції України у транс'європейську транспортну мережу ТЄМ-Т», проте ці проекти носять консультативний характер [3, 4]. Результатом проектів має стати єдиний план розвитку транспортних мереж, який передбачав би досягнення оптимального їх використання суб'єктами транспортної системи відповідно до конкретних вимог щодо перевезень пасажирів та вантажів.

Зусилля транспортної політики України у контексті інтеграції до транспортної системи ЄС мають бути направлені на приведення загальних стандартів функціонування транспортної системи України до єдиних стандартів ЄС; лібералізацію перевезень та синхронне відкриття національних ринків України та держав-членів ЄС; збільшення пропускну здатності та якості обслуговування пасажирських та вантажних потоків об'єктів транспортної інфраструктури; приведення експлуатаційних та техніко-економічних показників розвитку транспортних мереж до європейських стандартів; реформування систем страхування, охорони праці, здоров'я, політики зайнятості та інших секторів соціальної політики відповідно до стандартів ЄС та гармонізацію стандартів безпечності перевезень.

На сьогодні транспортна система України не готова до активного впровадження більшості зазначених у стратегії завдань. Внаслідок недостатнього розвитку нормативно-правової бази і низького обсягу інвестування у транспортну галузь продовжують збільшуватися зношеність технічних засобів, погіршується їх структура, не забезпечується належна безпека руху, зростає негативний вплив діяльності транспорту на навколишнє природне середовище та здоров'я людини [5]. Ці фактори в умовах жорсткої конкуренції, що стане наслідком активізації інтеграційних процесів, призведуть до витіснення українських перевізників не тільки з європейського, а й з національного ринку транспортних послуг, що створить реальну загрозу економічній

безпеці держави. Саме тому необхідна розробка певних послідовних етапів реалізації стратегії інтеграції транспортної системи України в межах кожного з напрямів.

Пріоритетним напрямом інтеграції транспортної системи України є інтеграція авіаційних мереж до єдиного повітряного простору ЄС, адже на відміну від водних та залізничних транспортних мереж, авіамережі України не потребують повної реконструкції відповідно до стандартів ЄС, а отже – і значного обсягу інвестицій.

Найбільш ефективним інструментом інтеграції національних авіамереж є створення авіаційної системи на основі принципу «Hub&Spoke». Модель «Hub&Spoke» (англ. – маточина і спиця) представляє собою систему, центром якої є головний аеропорт, а крізь нього проходять напрями руху до інших аеропортів. Принцип був розроблений в якості одного з результатів дерегуляції ринку авіаперевезень США. До створення цієї системи авіакомпанії працювали за принципом маршруту «точка-точка» (з одного пункту призначення в інший), що характеризувався низьким рівнем координації та концентрації рейсів. Новітня концепція системи «Hub&Spoke» полягала у зосередженні трафіку на одному хабі від основних менших національних аеропортів (відомих як спиці), а потім група пасажирів доставлялася з одного хаба в інший [6, с. 124]. Розвиток цієї новаторської системи дозволив пасажирам інтегруватися з системою подорожі в цілому: у пасажирів з невеликих регіонів зв'явилася можливість зробити транзити у великому хабі, в якому здійснювались стикувальні рейси до великої кількості різноманітних напрямів. Однак у той же час частота рейсів багатьох невеликих аеропортів скоротилася внаслідок того, що великі авіакомпанії залишили ці вузли авіамереж з метою продовження функціонування на більш прибуткових маршрутах авіахабу [7, с. 73].

Україна має значний транзитний потенціал, однак на сьогодні авіаційні транспортні мережі України мають низький рівень залученості у загальносвітові повітряні потоки, а авіамаршрути охоплюють національний і лише частково європейський ринок та ринок країн Близького Сходу. Повітряний простір України майже не використовується міжнародними авіаперевізниками, не зважаючи на те, що держава має вигідне географічне положення та великий потенціал розвитку авіамереж у якості транзитних хабів для перевезень до країн Сходу. Причинами недостатньої залученості українських авіамереж є низький рівень організації повітряного простору та аеронавігації, а також гальмування політичних та економічних реформ у контексті інтеграції до ЄС. Найбільші авіахаби Європи, через які здійснюється сполучення з

Азією, розміщені в Великобританії, Франції, Іспанії, Італії, Німеччині, Угорщині та Росії, через що збільшується час, який витрачається на здійснення перевезень.

За для підтвердження гіпотези про необхідність розміщення на території України авіахабу ми вдалися до вирішення задачі оптимального розміщення, що належить до класу задач дискретної оптимізації. Правильно розраховані мережеві потужності не використовуються на 100%, адже в умовах невизначеності імовірнісного характеру розвитку мережевої інфраструктури повинен бути резерв обчислювальних потужностей та інших ресурсів. У зв'язку з різним рівнем активності користувачів з різних країн об'єктивно необхідним є прогнозування потреби користувачів кожної країни. Отже, постійне і стовідсоткове задоволення потреби користувачів країни мережевими потужностями мережі, як правило, актуально, тому що все залежить від наявного попиту на послуги і від самих мереж [8].

Для вирішення задачі оптимального розміщення авіахабів в Європі скористаємося методикою, що запропонована Аль-Таяр Башир Алі Касемом та Матвєєвим Ю. М., яка базується на градієнтному методі максимального елемента. На довільному кроці процесу рішення розглядається тільки один з наявних вузлів: на  $t$ - ( $t = 1, \dots, d$ ) кроці процесу подається одиничне прирощення ( $t_i \times \Delta = 1$ ) тільки однієї,  $i = rt$ -ї компоненти оптимального вектора розміщення однотипних вузлів між зонами. Після кінцевого числа ( $d$ ) кроків, рівного числу вузлів  $N$ , всі вузли виявляються розміщеними, а задача - вирішеною. Максимізація загального ефекту  $F(X)$ , що одержана від розміщення всіх вузлів розподіленої мережі еквівалентна максимізації величини середнього ефекту одержуваного від розміщення кожного  $N$  вузла, за рахунок яких виходить цей загальний ефект.

Запропонований Аль-Таяр Башир Алі Касемом та Матвєєвим Ю. М. алгоритм вирішення завдання оптимального розміщення вузлів мережі має сім послідовних кроків [8].

1 крок – обчислення компонент вектору  $\{\Delta_r^+\}_S$  за формулою 1.

$$\Delta_r^+ = A_r w_i, \text{ де } r = 1, \dots, S \quad (1)$$

2 крок – розміщення одного вузла в  $i = rt$ -ої зони згідно з умовою  $\Delta_r^+ = \max_{1 \leq r \leq S} \Delta_r^+$ .

Якщо існує декілька таких елементів, то з них береться будь-який.

3 крок – розрахунок поточних компонент вектору  $X^{(t)}$  за формулою 2:

$$x_r = \begin{cases} x_r^{(t-1)}, r \neq r_t + (x_r^{(0)} = 0), r = 1, \dots, S \\ x_r^{(t-1)} + 1, r = r_t \end{cases} \quad (2)$$

4 крок – розрахунок поточного значення цільової функції за формулою 3:

$$F_t^+ = F_{t-1}^t + \Delta_{rt}^+, F_0^t = 0, t := t + 1 \quad (3)$$

5 крок – перевірка умови  $t \leq N$ , якщо «так», то перехід до кроку 6, якщо «ні» – перехід до кроку 7;

6 крок – перерахунок компонентів поточного вектору  $\{\Delta_r^t\}_S^{(t)}$  за формулою 4:

$$\Delta_r^t = \begin{cases} \Delta_r^+, \text{ якщо } \rightarrow r \neq r_t \\ \Delta_{rt}^+, \text{ якщо } \rightarrow r = r_t \end{cases} \quad (4)$$

Перехід до кроку 2.

7 крок – завершуючий етап розрахунків, що передбачає обчислення цільової функції за формулою 5:

$$(F(\bar{x}) = F_N^+, \{\bar{x}_i\} = \{x_i^{(N)}\}) \quad (5)$$

Даний алгоритм необхідний для вирішення завдання оптимального розміщення авіахабів в Європі. Найбільших авіахабів Європи додамо можливий авіахаб в Україні, отримавши таким чином вісім однотипних вузлів авіамережі в різних зонах ( $N=8$ ), ефект від розміщення яких має бути максимальним. Кількість зон також дорівнює восьми ( $S=8$ ), кожна зона представляє одну з країн регіону Європи:  $S=\{\text{Великобританія, Франція, Іспанія, Італія, Німеччина, Угорщина, Україна, Росія}\}$ . Вектором  $\{w_i\}$  визначені ефекти від розміщення вузла мережі в  $i$ -й зоні. Так як авіамережі здебільшого використовуються для перевезень пасажирів, а питома вага вантажних перевезень незначна, у якості значення вектору  $\{w_i\}$  нами був використаний показник кількості перевезених пасажирів у 2013 році. Априорно визначені  $A_i$  ( $\sum A_i = 100\%$ ) показники значущості усіх  $S$  зон залежно від пасажиропотоку в кожній з країн. Вихідні дані для розрахунків представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку алгоритму оптимального розміщення авіахабів в Європі

Показник	Великобританія	Франція	Іспанія	Італія	Німеччина	Угорщина	Україна	Росія
Перевезено пасажирів, млн. ос $\{w_i\}$	210,780	138,870	158,070	116,330	181,870	84,41	81,07	80,600
Питома вага у % $A_i$	20,04	13,20	15,03	11,06	17,29	8,02	7,71	7,66

Результати розрахунків представлені в табл. 2. З рядка  $t = 1$ , де записані компоненти вектора  $\{A_i w_i\}$ , для першого кроку процесу оптимізації, впливає, що згідно другого кроку алгоритму один (перший) вузол розміщується в зоні  $S$ =Великобританія, наступний – у зоні  $S$ =Німеччина і т. д. відповідно до максимального значення елементів вектора  $\{\Delta_r^+\}_S$ . Згідно 6-му кроку алгоритму проводиться перерахунок тільки тієї компоненти вектора  $\{\Delta_r^+\}^t = \{A_i^{(t-1)} w_i\}$ , яка відповідає зоні, де був розміщений хаб.

Таблиця 2

Результати розрахунків оптимального розміщення авіахабів у Європі

t	Великобританія	Франція	Іспанія	Італія	Німеччина	Угорщина	Україна	Росія	$F_t^+$
1	<b>4223,21</b>	1833,16	2375,11	1286,38	3144,17	677,29	624,75	617,52	4223,21
2	337,86	1833,16	2375,11	1286,37	<b>3144,17</b>	677,28	624,74	617,52	7367,39
3	336,57	1833,16	<b>2375,11</b>	1286,37	345,86	677,28	624,74	617,52	9742,50
4	336,57	<b>1833,16</b>	308,76	1286,37	345,85	677,28	624,74	617,52	11575,66
5	336,57	348,30	308,76	<b>1286,37</b>	345,85	677,28	624,74	617,52	12862,03
6	336,57	348,30	308,76	192,96	345,85	<b>677,28</b>	624,74	617,52	13539,31
7	336,57	348,30	308,76	192,96	345,85	115,14	<b>624,74</b>	617,52	14164,05
8	336,57	348,30	308,76	192,96	345,85	115,14	499,79	<b>617,52</b>	14781,57
$\bar{x}$	1	1	1	1	1	1	1	1	14781,57

Результат розрахунку можна записати у вигляді ланцюжка розміщень, тобто послідовності номерів зон обраних для розміщення в них авіахабів. При цьому авіахаб України активно залучений до загальноєвропейського потоку повітряних перевезень. Таким чином модель європейської повітряної мережі буде перетворена у більш



результативну для здійснення перевезень до країн Сходу. У той же час буде закритий «пробіл» на карті повітряного руху Європи, а авіакомпанії отримають можливість відкриття нових маршрутів та використання авіахабу України, як пункт пересадки пасажирів та додаткового технічного обслуговування літаків.

**Висновки.** Отже, інтеграція транспортної системи України до єдиної транспортної системи ЄС є важливим напрямом транспортної політики держави. Формування великого міжнародного авіаційного хабу на території України, функціонуючого за принципом «Hub&Spoke», дозволить державі стати своєрідними «воротами» до країн Сходу для громадян Європи і навпаки. Транспортне сполучення здійснюватиметься максимально швидко і комфортно, тобто авіахаб дозволить авіамережам України інтегруватися як в європейську, так і в світову авіатранспортну системи. Крім того, накопичений у процесі створення хабу досвід може бути використаний іншими аеропортами держави.

#### Список використаної літератури

1. Згуровський М. З. Гео економічні сценарії розвитку і Україна / М. З. Згуровський, Ю. М. Пахомов, І. К. Бистряков, Е. Г. Кочетов: Науч. ред. А. С. Філіпенко. – Київ: Академія, 2010. – 326 с.
2. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 р. № 2174-р «Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-p>
3. Проект «Підтримка інтеграції України у транс'європейську транспортну мережу ТЄМ-Т» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://cstei.lviv.ua/ua/item/432>
4. Загальна інформація по проекту «Twinning». Офіційний сайт Державної фіскальної служби України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://statusy.gov.ua/diyalnist-/mijnarodne-/spivrobitnitstvo-mij-ukrainoyu-ta-evrop/tex-dopomoga /inshi-programi/twinning>
5. Концепція розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року. Офіційний сайт Міністерства транспорту і зв'язку України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://mintrans.gov.ua/mintrans/control/uk/publish/articl>

6. Е. С. Гінсберг. Калінінградський авіахаб та його роль у російських пасажирських перевезеннях. / Гунсберг Е. С. // Вістник Російського державного університету ім. І. Канта. – 2009. – В.1 – с. 122-126
7. В. В. Іванов. Стратегія формування московського хабу на основі міжнародних технологій створення крупних авіавузлів / Іванов В. В., Кузнецов А. В. // Російський зовнішньоекономічний вісник. – 2013. – В.2 – с. 71-82
8. Вирішення задачі щодо розміщення вузлов мережі / Аль Таяр Башир Али Касем, Матвеев Ю. М. // Інтернет-журнал «Науковедення». – 2013. – В.3 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://naukovedenie.ru/index.php?p=opublikovat>.

#### **ЧЕРНЕГА О. Б., ДОРОФЕЕВА Х. М. СТРАТЕГИЯ ИНТЕГРАЦИИ АВИАЦИОННОЙ СЕТИ УКРАИНЫ В ЕДИНОЕ ВОЗДУШНОЕ ПРОСТРАНСТВО ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА**

*В статье рассмотрены особенности сотрудничества Украины и ЕС в процессе интеграции транспортных систем. Особое внимание уделено интеграции украинской авиационной сети в единую авиационную сеть ЕС. Разработаны рекомендации по стратегии и механизмам интеграции авиационной сети Украины в единую транспортную систему ЕС. На основе градиентного метода максимального элемента, использование концепции «Hub&Spoke», обоснованна экономическая целесообразность формирования международного авиахаба в центральной части Украины и предложена модель европейской авиасети с учетом результатов оптимального размещения авиахабов, что позволяет повысить эффективность авиаперевозок на основании значительного увеличения количества авиа маршрутов в направлении Среднего Востока и создать предпосылки для дальнейшего развития глобальной авиационной системы.*

**Ключевые слова:** авиационная сеть, концепция «Hub & Spoke», стратегия интеграции транспортной системы, авиахаб, алгоритм оптимального размещения, градиентный метод максимального элемента.

**CHERNEGA O. B., DOROFYEVA K. M. AVIATION NETWORK INTEGRATION STRATEGY OF UKRAINE INTO A SINGLE AIRSPACE OF THE EUROPEAN UNION**

*The article describes the features of cooperation between Ukraine and the EU in the process of transport systems' integration. Particular attention is paid to the integration of the Ukrainian aviation network in the EU single aviation network. The recommendations on strategies and mechanisms for the integration of the aviation network in Ukraine into a single transport system of the EU are worked out. On the basis of the gradient method of maximal element, using of the concept of «Hub & Spoke», substantiation of economic feasibility of forming an international aviahub in the central part of Ukraine, the model of the European avianetwork is work out in the view of optimal placement of aviahubs that improves the efficiency of air transport on the basis of a significant increase in the number of air routes in the direction of the Middle East and to create conditions for further development of the global aviation system.*

**Keywords:** aviation network, the concept of «Hub & Spoke», the strategy of integration of the transport system, aviahub, optimal placement algorithm, gradient method of maximal element.