

БОЙКО СЕРГІЙ

Національного університету «Запорізька політехніка»

<https://orcid.org/0000-0001-9778-2202>e-mail: kafedra_tt@zp.edu.ua**ВИШНЕВСЬКИЙ СВЯТОСЛАВ**

Вінницький національний технічний університет

<https://orcid.org/0000-0002-2159-603X>e-mail: vyshnevskyj.s.y@vntu.edu.ua**ШОКАРЬОВ ДМИТРО**

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

<https://orcid.org/0000-0001-7038-3172>e-mail: es@khpi.edu.ua**ПОЛІЩУК ПЕТРО**

Виробничий підрозділ «Локомотивне депо Одеса-Сортувальна» АТ «Укрзалізниця»

<https://orcid.org/0009-0004-6545-9944>e-mail: vyshnevskyj.s.y@vntu.edu.ua**ГВОЗДІК СТАНІСЛАВ**

Кременчуцький льотний коледж Харківського національного університету внутрішніх справ

<https://orcid.org/0000-0002-5754-2949>e-mail: Stasgvozdik67@gmail.com

ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ АВІАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ ТА АВІАЦІЙНОГО ТРАНСПОРТУ ДЛЯ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

У статті наголошено, що актуальним є питання дослідження місця авіаційного транспорту в аспекті мультимодальних транспортних перевезень в аспекті післявоєнного відновленні України. Представлено аналіз довоєнної динаміки розвитку транспортної галузі України, який показав необхідність провадження змін транспортної інфраструктури та організації транспортних перевезень як для країни-транзитера. Наведено напрямки та підходи щодо впровадження елементів мультимодальної транспортної системи з використанням авіаційного транспорту. Запропоновано для подальшої реалізації на теренах України популярні у світовій практиці схеми мультимодальних перевезень із залученням авіаційного транспорту. Визначено прорітетні напрямки використання авіаційного транспорту щодо вантажних перевезень в аспекті мультимодальних перевезень в умовах України. У дослідженні визначено особливості інтеграції авіаційного транспорту в систему транспортних перевезень при післявоєнному відновленні України. Для розвитку авіаційного транспорту в контексті розбудови транспортних перевезень на теренах України необхідно насамперед визначити стратегічні напрямки післявоєнного розвитку транспортної галузі України та потенційні ресурсні можливості для їх вирішення. Запропоновано метод підвищення енергоефективності та надійності електропостачання авіаційних підприємств, котрий дозволить виконати якісну реконфігурацію існуючих енергетичних мереж авіаційних підприємств та виконання якісне проектування нових сучасних інфраструктурних мереж авіаційної галузі.

Ключові слова: авіаційні підприємства; мультимодальні транспортні перевезення; післявоєнне відновлення України; джерела розосередженої генерації.

BOIKO SERGEY

National University "Zaporizhzhia Polytechnic"

VYSHNEVS'KYY SVIATOSLAV

Vinnytsia National Technical University

SHOKAREV DMYTRO

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

POLISHCHUK PETRO

Production unit "Locomotive Depot Odesa-Sortuvalna" JSC "Ukrzaliznytsia"

GVOZDIK STANISLAV

Kharkiv National University of Internal Affairs Kharkiv UA, Kremenchuk flight college

PECULIARITIES OF THE DEVELOPMENT OF AIR TRANSPORT IN THE ENERGY ASPECT IN THE CONTEXT OF THE POST-WAR RECONSTRUCTION OF UKRAINE

The article emphasizes that the question of researching the place of air transport in the aspect of multimodal transportation in the aspect of the post-war reconstruction of Ukraine is relevant. An analysis of the pre-war dynamics of the development of the transport industry of Ukraine is presented, which showed the insufficient level of development of the transport infrastructure and the organization of transport operations for both the transit country. Directions and approaches to the implementation of elements of a multimodal transport system using air transport are presented. It is proposed for further implementation on the territory of Ukraine, the schemes of multimodal transportation with the involvement of air transport, which are popular in the world practice. The proposed directions for the use of air transport in relation to cargo transportation in the aspect of multimodal transportation in the conditions of Ukraine have been determined. The study identifies the peculiarities of the integration of air transport into the transport system during the post-war reconstruction of Ukraine. For the development of aviation transport in the context of the development of transportation on the territory of Ukraine, it is necessary first of all to determine the strategic directions of the post-war development of the transport industry of Ukraine and potential resource opportunities for their solution. A method of increasing the energy efficiency and reliability of the power supply of aviation enterprises is proposed, which will allow performing a high-quality reconfiguration of the

existing energy networks of aviation enterprises and performing a high-quality design of new modern infrastructure networks of the aviation industry.

Key words: aviation enterprises; multimodal transportation; post-war recovery of Ukraine; sources of distributed generation.

Постановка проблеми

Україна розташована на перетині транс'європейських коридорів, які поєднують схід та захід Європи, країни Балтії з Чорноморським регіоном, у той же час є транспортним хабом між Європою та Азією. Між тим, не зважаючи на таку локацію Україна так і не посіла гідне місце в структурі трансконтинентальних маршрутів транспортних та пасажирських перевезень [1].

На даний час у країні військовий стан та ведуться бойові дії на її території, що призводять до руйнації в тому числі і так вкрай морально та фізично застарілої транспортної інфраструктури. З поведінки інших об'єктів транспортної інфраструктури України, найбільше постраждала морська та авіаційна транспортна інфраструктура, яка і в той же час майже не функціонує у зв'язку з обмеженнями воєнного стану та загрозами у безпеці перевезень [1].

Між тим, Україна була включена до індикативних карт Європейської транспортної мережі TEN-T, що є інфраструктурним проектом Європейського Союзу (ЄС). На сьогоднішній день існують домовленості, які мають надати нові перспективи інтеграційних передумов міжнародної співпраці у контексті розвитку мультимодальних перевезень між Європою та Азією, що і є всі шанси отримати Україні статус країни-транзитера. Ефективна транспортна інфраструктура України має стати одним з найважливіших пріоритетів економічного розвитку країни.

Таким чином, актуальним є питання дослідження місця авіаційного транспорту в аспекті мультимодальних транспортних перевезень в аспекті післявоєнного відновлення України.

Однак, слід зауважити важливість забезпечення транспортної системи енергетичними ресурсами, зокрема безперебійними системами електропостачання. З поміж інших, слід виділити авіаційний транспорт, особливо в контексті післявоєнного відновлення України. Це питання поки що знаходиться на етапі розгляду та потребує ґрунтовних зважених висновків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Як вказано у ряді іноземних та вітчизняних джерел, мультимодальні перевезення мають розглядатися системно в аспектах якості складних систем, для котрих принциповий комплексний розвиток всіх видів транспорту, термінального та складського господарства, транзитної та фінансової інфраструктури, нормативно-правового забезпечення, технологій інформаційного та телекомунікаційного супроводу вантажопотоку. Наявність оператора мультимодального перевезення дозволяє забезпечити цілісність та єдність системи [2-12].

Теоретичні основи організації мультимодальних висвітлено у працях таких вітчизняних та закордонних науковців, як Левковця П.Р., Прокудіна Г.С., Міротіна Л.Б., Курганова В.М., Милославської С.В., Беляєва В.М., Мелікова А.З., Ейдес М.Є., Кирпи Г.М., Зайончика Л.Г., Д. Бенсона, Дж. Уайтхеда, Бронштейна О.И., Розенталя Г.О., Бусленко В.Н., Майзер Х., Эйджин Н., Тролл Р., Клейнрока Л., Кенделла Дж., Кліра Дж., Флешимана В.С та інших дослідників [8].

Рівень розвитку теоретичних наробок теми у вітчизняній науковій літературі присвяченій питанням регулювання системи мультимодальних перевезень вантажів не достатній та потребує подальшого вивчення особливо в умовах України. Тож, у існуючих дослідженнях не висвітлено в повному обсязі пріоритетів щодо визначення місця авіаційного транспорту у розвитку транспортних перевезень на теренах України, в тому числі в контексті трансконтинентальних та регіональних перевезень.

У ряді літературних джерел приділено увагу сучасному стану та пріоритетним напрямкам розвитку систем енергозабезпечення авіаційних об'єктів. Між тим, вони направлені на модернізацію та удосконалення систем управління лише окремими системами. Тож, є необхідність розглянути питання електроенергозабезпечення аеродромів та аеропортів крізь призму майбутніх перетворень та сучасних особливостей функціонування авіаційної галузі України [12-16].

Мета статті: проаналізувати та визначити особливості розвитку авіаційного транспорту в контексті транспортних перевезень в аспекті післявоєнного відновлення України в контексті енергетичного забезпечення та розбудови існуючих систем електропостачання.

Виклад основного матеріалу

На сьогоднішній день в Україні нараховується 17 аеропортів котрі сертифіковані на виконання авіаційних перевезень. Крім того, ще 11 аеропортів є комунальними підприємствами та 4 аеропорти знаходяться в іншій формі вланості. Між тим, відповідно даних Державного реєстру цивільних аеродромів, всього в Україні налічується 36 аеро- і вертодромів та 50 злітно-посадкових майданчиків, у переважній більшості з яких скінчився термін посвідчення чи термін спливає найближчим часом [7].

З поміж іншого, слід зазначити, що за даними реєстру Державної авіаційної служби в Україні зареєстровано декілька сотень цивільних повітряних суден різних типів як для комерційного використання, так і для приватних польотів. У той же час, на території країн ЄС зареєстровано в десятки разів більше цивільних повітряних суден як для комерційного використання, так і для приватних польотів.

Таке порівняння має на меті показати, що стан справ з авіаційною складовою в Україні далекий від задовільного та потребує великих капітальних вкладень, інвестицій, державного стимулювання та кваліфікованих людських ресурсів.

З поміж іншого, аналіз потенціалу розвитку авіаційних перевезень на території України показує наявність суттєвої кількості аеро- і вертодромів, злітно-посадкових майданчиків, аеропортів, що складають розгалужену інфраструктуру авіаційного транспорту. Однак, стан аналізованої інфраструктури потребує в кращому випадку модернізації, а то і взагалом характеризується як незадовільний [8].

У той же час, у світовій практиці активно впроваджуються в структури перевезень та доставки вантажів безпілотні авіаційні комплекси та системи, відповідні типи яких потребують аеро- і вертодромів, злітно-посадкових майданчиків та відповідної інфраструктури для їх обслуговування та зберігання.

Вагомим чинником подальшого розвитку транспортної системи України, на думку авторів, має стати той факт, що через територію України проходить ряд міжнародних транспортних коридорів: Пан'європейські транспортні коридори № 3, 5, 7, 9; коридори Організації співробітництва залізниць (ОСЗ) № 3, 4, 5, 7, 8, 10; Транс'європейська транспортна мережа (TEN-T), коридор Європа - Кавказ - Азія (ТРАСЕКА) [8].

Так, станом на 2016 р. на транспорт, складське господарство, поштову та кур'єрську діяльність припадало близько 6,6 відсотка валового внутрішнього продукту і 6,1 відсотка загальної кількості зайнятого населення. Слід зауважити, що особливий вплив транспортна галузь має на такі галузі економіки, як сільське господарство, металургійне виробництво, вугільна промисловість, гірничо-металургійний комплекс, хімічна та харчова промисловість, будівництво, роздрібна торгівля, зв'язок і поштові послуги, оборона [7].

Одним з перспективних напрямків розвитку вантажних перевезень є мультимодальні перевезення, котрі характеризуються наявністю мультимодальної транспортно-маршрутної мережі (МТММ), до складу якої входять мультимодальні транспортні вузли, оскільки саме вони забезпечують взаємодію різних видів транспорту та операцій з обслуговування транспортних потоків.

На сьогоднішній день на території України є такі великі мультимодальні транспортні вузли: 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, авіаційний), Кременчук (автомобільний, залізничний, річковий), Дніпро (автомобільний, залізничний, річковий, авіаційний). Безумовно на період воєнного часу їх функціонування частково або повністю обмежене [11].

За даними держстатистики, на 2021 рік мультимодальна транспортна мережа України складала великі розміри, а саме довжина залізничних колій сягала – 21,0 тис.км, річкових судноплавних шляхів – 1,6 тис.км, автомобільних доріг – 163,0 тис.км. [2].

У світовій практиці найбільша концентрація транспортних вузлів зустрічається вздовж річок, вздовж акваторій морів та океанів, локально в розвинутих регіонах та промислових центрах. Таким чином, іноді транспортні мультимодальні вузли стають центрами агломерацій.

Слід зазначити, що до найбільш поширених в світовій практиці схем мультимодальних перевезень із залученням авіаційного транспорту можна виокремити з поміж інших такі [12]:

1. Автотранспорт - авіатранспорт-автотранспорт
2. Залізничний транспорт - авіатранспорт - автотранспорт
3. Залізничний транспорт - автотранспорт - авіатранспорт - автотранспорт

У свою чергу, найбільш розповсюдженими схемами перевезень з залученням авіаційного транспорту у світовій практиці вважаються такі [12]:

- 1) склад-авто-аеропорт-авіа-аеропорт-авто-склад;
- 2) склад-залізниця-аеропорт-авіа-аеропорт-авто-склад;
- 3) склад-авто-аеропорт-авіа-аеропорт-залізниця-склад;
- 4) склад-залізниця -аеропорт-авіа-аеропорт-залізниця-склад.

Результати аналізу вказують на важливість розвинутої авіаційної інфраструктури в структурі будь-якої транспортної системи розвинутої країни, особливо країни-транзитера.

Слід зауважити, що перевезення повітряним транспортом виконуються в основному на далекі і наддалекі відстані. У разі далеких авіаційно-наземних перевезень клієнт отримує подвійну вигоду: частину шляху вантаж проходить з високою швидкістю, яку забезпечує повітряний транспорт, а іншу за нижчими тарифами наземним транспортом.

Між тим, найекономічнішим вважається використання незавантажених авіаційних напрямів з перевантаженням вантажів у проміжних аеропортах із стандартних 20-ти і 40-футових контейнерів, що доставляються морем, в авіаційні. Зазначений підхід із світової практики мав би бути актуальним для подальшого стратегічного розвитку транспортної системи України [8].

Таким чином, в умовах України не буде необхідності у побудові контейнерів для авіаційних перевезень вантажу. Натомість, необхідно буде сформувати хаби для обігу та зберігання порожніх контейнерів.

Як приклад, американська компанія Sea Tigers виконує вантажні перевезення з Далекого Сходу в морських контейнерах морем до порту Лос-Анджелес, потім автотранспортом на термінал компанії Flying Tigers у міжнародному аеропорту Лос-Анджелеса. Там вантаж перевантажується в авіаційні контейнери або на піддони і прямує у пункти призначення, розташовані в Європі, США або Південній Америці на вантажних літаках Boeing 747. Час доставки за такої схеми становить приблизно половину часу доставки морським шляхом, а потім по сухопутному мосту, а вартість перевезення складає половини вартості доставки тільки повітряним транспортом.

Тож на погляд авторів, перспективним є розвиток авіаційного транспорту в аспекті післявоєнного відновлення України з урахуванням світового досвіду та сучасних науково-технічних розробок у галузі транспортних технологій. Але такий підхід має бути оснований на ґрунтовній організації енергетичної складової проекту.

Слід зауважити, що одним із важливих чинників транспортної сфери в цілому та авіаційної її складової насамперед є енергопостачання. Забезпечення транспортної інфраструктури електричною енергією насамперед є важливим чинником у питанні забезпечення відповідного рівня безпеки експлуатації транспортних систем. Авіаційна галузь приділяє велику увагу безпеці експлуатації повітряних суден, витрачаючи на це велику кількість ресурсів у тому числі електроенергетичних.

Тож, авторами запропоновано метод підвищення енергоефективності та надійності електропостачання авіаційних підприємств, котрий покликаний адаптувати діючі системи електропостачання до сучасних реалій та проектувати нові системи електропостачання авіаційних підприємства транспортної галузі у відповідності до вимог надійності електропостачання, енергетичної ефективності та екологічності.

Тож, цільова функція визначення рівня енергоефективності авіаційних підприємств при впровадженні джерел розосередженої генерації та інших розумних технологій має такий вигляд:

$$\frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i \cdot k_i)}{n} \rightarrow 1$$

де $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_i$ – фактори, k_i – коефіцієнти факторів, n – кількість факторів.

Тоді

$$\frac{\sum \left[\begin{array}{l} (\alpha_{\text{надійн}} \cdot k_1) + (\alpha_{\text{економій}} \cdot k_2) + \\ (\alpha_{\text{ефективн}} \cdot k_3) + (\alpha_{\text{NVDEE}} \cdot k_4) + \\ (\alpha_{\text{втрата}} \cdot k_5) \end{array} \right]}{5} \rightarrow 1,$$

де $\alpha_{\text{надійн}} \cdot k_1$ – фактор надійності системи електропостачання за критеріями;

$\alpha_{\text{економій}} \cdot k_2$ – фактор економії ЕЕ та економії при цьому грошей на закупівлю ЕЕ;

$\alpha_{\text{ефективн}} \cdot k_3$ – фактор енергетичної ефективності використання ЕЕ;

$\alpha_{\text{NVDEE}} \cdot k_4$ – фактор впровадження РДЕ;

$\alpha_{\text{втрата}} \cdot k_5$ – фактор втрат ЕЕ в розподільчих мережах.

Далі розглянемо особливості визначення рівня електроенергоефективності при впровадженні концепції Smart Grid в умовах авіаційних підприємств. При цьому пропонується впровадження факторів та їх коефіцієнтів (ваги факторів). При цьому середнє арифметичне суми добутоків факторів повинна бути рівною або наближеною до одиниці.

Кожен фактор описується в залежності від певних умов окремо за допомогою коефіцієнта k , який вказує значимість того чи іншого фактору від 0 до 1. Де максимум вираженості фактору відповідає одиниці, а мінімум, тобто відсутність будь-якого прояву відповідного фактора окремо, відповідає 0. Коефіцієнти факторів описуються за допомогою теорії нечітких множин, з метою найбільш точного визначення ваги коефіцієнта.

Значимість факторів рівнозначна у своїй сумі, але при відсутності прояву хоча б одного фактора, при його попередньому визначенні, як значущого, необхідно, або переглянути його значущість для даного випадку, або переглянути заходи щодо підвищення електроенергетичної ефективності.

Таким чином розглянемо за якими рівнями будуть визначатися рівні кожного фактору окремо.

Фактор надійності системи електропостачання (0, 0,25, 0,5, 0,75, 1):

- 1) одне мережеве джерело ЕЕ;
- 2) два мережевих джерела ЕЕ;
- 3) додаткове джерело ЕЕ на базі невідновлювальних джерел ЕЕ;
- 4) додаткове джерело ЕЕ на базі РДЕ;
- 5) застосування додаткового акумуляування ЕЕ, для подальшого вирівнювання графіків електропостачання (режими роботи).

Фактор економії ЕЕ та економії при цьому грошей на закупівлю ЕЕ (0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1):

- 1) 0%;
- 2) до 1% включно;
- 3) від 1 до 5% включно;
- 4) від 5 до 10% включно;
- 5) від 10 до 25% включно;
- 6) від 25%.

Фактор енергетичної ефективності використання ЕЕ (0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1): 1) F; 2) E; 3) D; 4) C; 5) B; 6) A.

Фактор впровадження РДЕ (0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1):

- 1) не впроваджуються РДЕ;
- 2) РДЕ забезпечують до 10% потужності навантаження;
- 3) РДЕ забезпечують до 25% потужності навантаження;

- 4) РДЕ забезпечують до 50% потужності навантаження;
 - 5) РДЕ забезпечують до 75% потужності навантаження
 - 6) РДЕ забезпечують до 100% потужності навантаження.
- Фактор втрат ЕЕ в розподільчих мережах (0, 0,25, 0,5, 0,75, 1):
- 1) максимальні втрати ЕЕ (понад 20%);
 - 2) втрати ЕЕ фіксуються на рівні 16% на нижче;
 - 3) втрати ЕЕ фіксуються на рівні 13% на нижче;
 - 4) втрати ЕЕ фіксуються на рівні 10% на нижче;
 - 5) втрати ЕЕ фіксуються на рівні 7% на нижче.

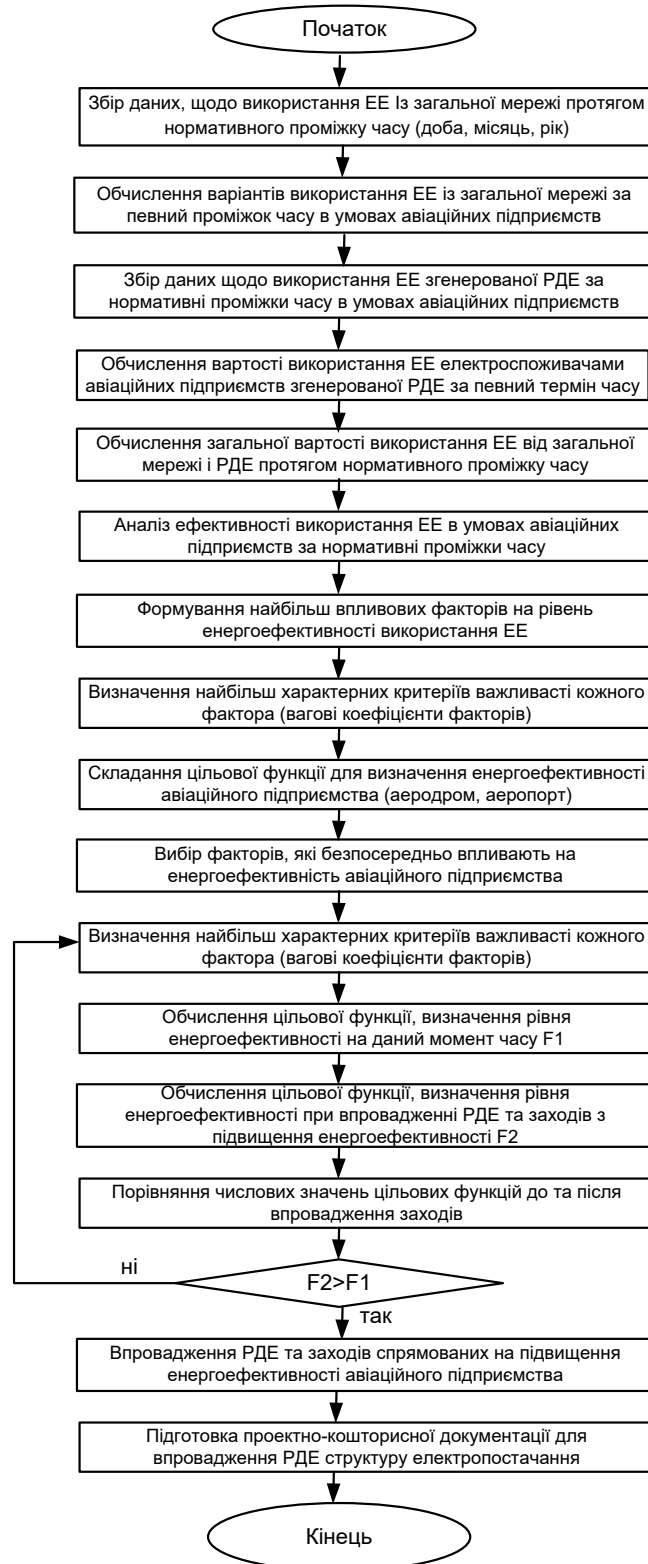


Рис.1 - Алгоритм визначення рівня енергоефективності авіаційних підприємств

Як приклад, розрахуємо за запропонованою методикою, зміну рівня електроенергоефективності до впровадження заходів, спрямованих на підвищення електроенергоефективності авіаційних підприємств:

$$\frac{0,25 + 0 + 0,2 + 0 + 0 + 0 + 1}{7} = 0,21$$

В той же час, рівень енергоефективності після впровадження заходів у розрізі концепції Smart Grid в умовах авіаційних підприємств:

$$\frac{1 + 0,6 + 0,6 + 0,6 + 0,25 + 0 + 0,2}{7} = 0,46$$

Таким чином, беручи до уваги наведені раніше результати досліджень, щодо можливості впровадження РДЕ в умовах авіаційних підприємств, та наведених результатів розрахунків та досліджень, можна зазначити актуальність запропонованої методики розрахунку рівня електроенергоефективності при впровадженні заходів з метою її підвищення у розрізі концепції Smart Grid.

Кількість чинників, що впливають на процес електропостачання, дуже велика. Зазвичай їх поділяють на такі групи: погодні, тимчасові, економічні, випадкові. Істотний вплив на процес електропостачання мають метеофактори, а саме: температура повітря, природна освітленість, вологість, швидкість і напрям вітру і т.д.

Залежність потенціалу РДЕ в умовах аеродромів та аеропортів від основних факторів впливу на його рівень показана у запропонованій математичній моделі функціонування РДЕ:

$$W_{\Sigma РДЕ} = \begin{cases} W_{\text{слож.}_{\min}} = W_{\Sigma РДЕ} \text{ короткочасно, якщо } W_{ЗЕМ} \rightarrow 0 \\ W_{\text{резервно допустимі}} = W_{\Sigma РДЕ} \text{ критична межа. час, якщо } W_{ЗЕМ} = 0 \\ W_{BEV_{\max}} \text{, то } W_{\Sigma РДЕ} \text{, якщо } W_{EM} \rightarrow 0, V_{\min} < V_{\text{вітру}} \leq V_{\max} (W_{CEV} \downarrow, W_{ЗЕМ} \downarrow) \\ W_{CEV_{\max}} \text{, то } W_{\Sigma РДЕ} \text{, якщо } W_{EM} \rightarrow 0, \text{ сонячно } (W_{BEV} \downarrow, W_{ЗЕМ} \downarrow) \\ W_{DEC_{\max}} \text{, то } W_{\Sigma РДЕ} \text{, якщо } U_{ЗЕМ} > U_{\min} \text{ і } W_{ЗЕМ} \rightarrow 0 (W_{ЗЕМ} \downarrow, W_{BEV} \downarrow, W_{CEV} \downarrow) \end{cases}$$

Тож, зважаючи на особливості вимог до надійності світлосигнальних систем аеродромів та аеропортів та специфіки функціонування РДЕ є можливість побудови гібридних енергетичних систем, котрі підвищать надійність функціонування систем електроживлення та зменшать негативний екологічний вплив на довкілля.

Висновки

Визначено особливості інтеграції авіаційного транспорту в ситему транспортних перевезень при післявоєнному відновленні України. Для розвитку авіаційного транспорту в контексті розбудови транспортних перевезень на теренах України необхідно насамперед визначити стратегічні напрямки післявоєнного розвитку транспортної галузі України та потенційні ресурсні можливості для їх вирішення. Запропоновано метод підвищення енергоефективності та надійності електропостачання авіаційних підприємств, котрий дозволить виконати якісну ре конфігурацію існуючих енергетичних мереж авіаційних підприємств та виконання якісне проектування нових сучасних інфраструктурних мереж авіаційної галузі.

Література

1. Соколова О. Є. Концептуальні засади формування мультимодальної системи перевезення вантажів. Наукоємні технології. 2014. № 1. С. 114-118.
2. Сторонянська І.З. Стале ендегенне зростання регіонів України в умовах децентралізації: монографія. Львів: ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М.І. Долишнього НАН України», 2019. 501 с.
3. Правила перевезення вантажів у прямому змішаному залізнично-водному сполученні. URL:<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0566-02>.
4. Terminology on combined transport/ United Nations. New York and Geneva, 2009. 69 с. URL: <http://www.international transport forum>.
5. Obsiahу perevezenykh vantagiv za vydamy transportu. [Volumes of transported cargoes by types of transport]. – State Statistics Service of Ukraine. Statistical information. Transport. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
6. Prokudin G. Optimizing Unbalanced Freight Deliveries in Transportation Networks / G. Prokudin, A. Chupaylenko, T. Khabotnia, I. Remekh, A. Lyamzin, M. Kovalenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. N. 2/3 (116). P. 22-32.
7. Державна служба статистики. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
8. Крихтіна Ю. О. Державна політика розвитку транспортної галузі України: теорія, методологія, практика: монографія. Харків: «Діса плюс», 2022. 336 с.
9. Krykavskiy Y., Shandrivska O., Shynkarenko N. Ukraine’s river transportation potential: between business and sustainable development. Transport means 2019. Sustainability: Research and Solutions: Proceedings of the 23rd International scientific conference, October 02–04, 2019, Palanga, Lithuania, Pt. 2, pp. 634–638.
10. Steadie Seifi M., Dellaert N. P., Nuijten W., Van Woensel T., & Raoufi R. Multimodal freight transportation planning: A literature review. European Journal of Operational Research, 2014. 233 (1), pp. 1–15.

11. Kotov O., Obidin D., Boiko S., Pavlovskiy M., Nozhnova M. The Problems of Ensuring the Efficiency and Competitiveness of the Ukrainian Transport Industry to Meet the Modern Challenges and Threats *Khazar Journal of Humanities and Social Sciences (Special Issue): Vol. 26 No. 3 (2023)*, pp. 48-63.
12. Бойко С.М., Котов О.Б. Перспективи розвитку мультимодальних технологій пасажирських перевезень на регіональному рівні в аспекті «зеленої» логістики. *Системи та технології, 2023. Випуск 1 (65), С 94-99.*
13. Аналітичний огляд «LCOE відновлюваних джерел енергії в Україні» Київ 2018 27 с.
14. Системы электроснабжения с источниками распределенной ге-нерации: Монография / А.Ф. Жаркин, С.П. Денисюк, В.А. Попов; за ред. С.Е. Ноткиной; Институт электродинамики НАН Украины. – Киев: Вид. Нова думка, 2017. – 231 с.
15. Відновлювані джерела енергії в розподільних електричних мережах : монографія / П. Д. Лежнюк, О. А. Ковальчук, О. В. Нікіторович, В. В. Кулик. – Вінниця : Вінниця : ВНТУ, 2014. — 204 с.
16. Стахів П. Г., Козак Ю. Я., Гоголюк О. П. Підвищення ефективності алгоритмів побудови макромоделей об'єктів електроенергетичних систем // *Технічна електродинаміка. 2014. № 5. С. 29–31.*

References

1. Sokolova O. YE. (2014) Conceptual foundations of the formation of a multimodal cargo transportation system. *Naukoyemni tekhnolohiyi. Part 1*, pp. 114-118.
2. Storonianska, I.Z. (2019), Sustainable endogenous growth of the regions of Ukraine in the conditions of decentralization, *DU Instytut rehionalnykh doslidzhen imeni M.I. Dolishnoho NAN Ukrainy, Lviv*, 501 p.
3. Rules for cargo transportation in direct mixed rail-water transport. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0566-02>.
4. Terminology on combined transport/ United Nations. New York and Geneva, 2009. 69 с. URL: [http:// www.international transport forum](http://www.international transport forum).
5. Obsiah pereveznykh vantagiv za vydamy transportu. [Volumes of transported cargoes by types of transport]. – State Statistics Service of Ukraine. Statistical information. Transport. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
6. Prokudin G., Chupaylenko A., Khabotnia T., Remekh I., Lyamzin A., Kovalenko M. (2022) Optimizing Unbalanced Freight Deliveries in Transportation Networks. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. N. 2/3 (116)*. pp. 22-32.
7. The official site of the State Statistics Service of Ukraine. URL: [http:// www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua).
8. Krykhtina Y.U. O. (2022) State policy for the development of the transport industry of Ukraine: theory, methodology, practice. *Kharkiv: «Disa plyus»*. 336 p.
9. Krykavskiy Y., Shandrivska O., Shynkarenko N. (2019). Ukraine's river transportation potential: between business and sustainable development. *Transport means 2019. Sustainability: Research and Solutions: Proceedings of the 23rd International scientific conference, October 02–04, 2019, Palanga, Lithuania, Pt. 2*, pp. 634–638.
10. Steadie Seifi M., Dellaert N. P., Nuijten W., Van Woensel T., & Raoufi R. (2014). Multimodal freight transportation planning: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 233 (1), pp. 1–15.
11. Kotov O., Obidin D., Boiko S., Pavlovskiy M., Nozhnova M. (2023) The Problems of Ensuring the Efficiency and Competitiveness of the Ukrainian Transport Industry to Meet the Modern Challenges and Threats. *Khazar Journal of Humanities and Social Sciences (Special Issue): Vol. 26 No. 3*, pp. 48-63.
12. Kotov O., Boiko S. (2023) Prospects for the development of multimodal technologies of passenger transportation at the regional level in the aspect of "green" logistics. *Systems and technologies. Vol. 1 (65)*, pp. 94-99.
13. Analitichnyy ohlyad «LCOE vidnovlyuvanykh dzherel enerhiyi v Ukraini» Kyiv 2018 27 s.
14. Системы электроснабжения с источниками распределенной ге-нерации: Монография / А.Ф. Жаркин, С.П. Денисюк, В.А. Попов; за ред. С.Е. Ноткиной; Институт электродинамики НАН Украины. – Киев: Вид. Нова думка, 2017. – 231 с.
15. Vidnovlyuvani dzherela enerhiyi v rozpodil'nykh elektrychnykh merezhakh : monohrafiya / P. D. Lezhnyuk, O. A. Koval'chuk, O. V. Nikitorovych, V. V. Kulyk. – Vinnytsya : Vinnytsya : VNTU, 2014. — 204 s.
16. Stakhiv P. H., Kozak YU. YA., Hoholyuk O. P. Pidvyshchennya efektyvnosti alhorytmiv pobudovy makromodeley ob'yektiv elektroenerhetychnykh system // *Tekhnichna elektrodynamika. 2014. № 5. С. 29–31.*