

## ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ АЕРОПОРТІВ У РАМКАХ КОНЦЕПЦІЇ «МІСТО-АЕРОПОРТ»

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний  
інститут», Україна*

*Національний авіаційний університет, Україна*

*Для підвищення енергоефективності функціонування аеропортів за концепцією «місто-аеропорт» проведено систематизацію аеропортів за ознаками міста. Згідно із запропонованим якісним критерієм масштабування аеропортів по чисельності пасажирів та відповідними значеннями кількісних критеріїв визначені чотири типи «міста-аеропорту». Розкрити головні чинники впливу на енергоспоживання аеропортів, на підставі яких зроблено класифікацію енергоефективних аеропортів за критерієм питомого показника добової завантаженості аеропорту пасажирами. Запропоновано використовувати визначені методологічні підходи та узагальнений існуючий досвід з енергоефективних проектів під час впровадження енергетичного менеджменту в аеропортах України.*

**Вступ.** Збільшення використання авіаційного транспорту, що останнім часом спостерігається у всьому світі, призводить до посилення навантаження на аеропорти, аеродроми та інші об'єкти наземної інфраструктури, та, як наслідок, на зростання споживання енергетичних ресурсів. Упродовж останніх років у транспортній сфері країн ЄС-28 саме авіаційний транспорт став найбільш швидкозростаючим сектором за показником кінцевого споживання енергії, який у 2011 р. склав приблизно 51 млн. т. н. е.

Традиційно частку авіації в глобальному обсязі викидів CO<sub>2</sub> оцінюють близько 2%, однак ця оцінка не відображує внеску в обсяг викидів, що утворюються внаслідок споживання електричної енергії та тепла спорудами аеропортових комплексів та наземними службами. Вже зараз великі аеропорти – штучно створені населені середовища - мають ознаки реального міста, специфікою якого є надання як авіаційних, так і неавіаційних послуг. Існуюча статистична оцінка не відокремлює дані стосовно споживання власно наземних споруд аеропортів та аеродромів, однак на рівні попередніх оцінок сучасні аеропорти за рівнем енергоспоживання дорівнюють до малих міст [1-3].

Сучасні тенденції розвитку авіаційної галузі відображає запропонована у [4] концепція «місто-аеропорт», яка розширює спектр аеропортової діяльності. Це суттєво вплине на рівень енергоспоживання аеропортів, тому реалізація даної концепції у контексті енергетичної ефективності потребує нових методологічних підходів у систематизації та класифікації аеропортів за ознаками міста, які є частиною навколишніх урбанізованих територій.

**Мета та завдання.** Для підвищення енергоефективності функціонування

аеропортів за концепцією «місто-аеропорт» визначити критерії систематизації аеропортів за ознаками міста, розкрити головні чинники впливу на енергоспоживання та класифікувати енергоефективні аеропорти за типом.

**Місце та роль енергетичного менеджменту в концепції «місто - аеропорт».** Основною задачею аеропортів як багатофункціональних транспортних підприємств є забезпечення злітно-посадкових операцій повітряних суден, їх наземне обслуговування, прийом і відправлення пасажирів, багажу, пошти і вантажів; а також створення необхідних умов для функціонування авіакомпаній, державних органів регулювання авіаційної, митної та іншої діяльності. Значні за обсягами пасажиропотоки та вантажні перевезення, які виконуються підприємствами цивільної авіації, призводять до того, що за рівнем споживання енергії великі аеропорти (пропускна спроможність понад 1500 пас/год) дорівнюють до міських поселень.

Розвиток світового ринку авіатранспортних послуг, що сприяє економіці сучасних аеропортів, призводить до того, що аеропорти починають розширювати функції і надають послуги, що виходять за рамками забезпечення лише основної їх задачі - місця перебування пасажирів. Розширення функції ускладнює визначення енергоспоживання об'єктів та служб, призначення яких розрізняється за видом їх аеропортової діяльності на авіаційне та неавіаційне. Тому системна інтеграція низьковуглецевої політики в аеропортову діяльність та проведення адекватної і цілісної оцінки зменшення енергетичних витрат та викидів CO<sub>2</sub> потребує застосування відповідного методологічного інструментарію.

Світова практика свідчить, що найкращим вирішенням цієї проблеми є впровадження в аеропортах систем енергетичного менеджменту (СЕМ) за вимогами стандарту ISO 50001:2011 «Системи енергетичного менеджменту - вимоги та керівництво щодо застосування». СЕМ можуть охоплювати об'єкти як наземної інфраструктури терміналів і аеродромів авіаційного призначення, так і об'єкти аеропортів та прилеглих до них територій, які забезпечують неавіаційний сервіс, пов'язаний з обслуговуванням пасажирів (магазини, ресторани, готелі тощо). Оскільки методологія побудови СЕМ дозволяє визначити цільові заходи з енергозбереження, виміряти та задокументувати конкретні річні обсяги скорочення енерговитрат, це сприятиме системному підвищенню енергоефективності «міст-аеропортів» за найбільш вагомим потенціалом енергоефективності.

Яскравим прикладом втілення засад енергетичного менеджменту в контексті концепції «місто-аеропорт» є вільна економічна зона DAFZA у «Dubai International Airport». Для аеропорту, що обслуговує більше 120 авіаліній та здійснює упродовж року авіап перевезення близько 60 млн. пасажирів, напрямок неавіаційної діяльності є економічно привабливим. За ознаками міста DAFZA можна охарактеризувати як невелике внутрішнє містечко, яке створено на території аеропорту з площею близько 1,2 млн. м<sup>2</sup> із розгалуженою інфраструктурою, що нараховує більш ніж 1600 компаній. Оскільки пріоритетом аеропорту є сталий розвиток, досягнення якого передбачає всебічне підвищенні енергоефективності за усіма видами діяльності

аеропортів, тому СЕМ було побудовано за напрямком неавіаційний діяльності. У 2012 р. DAFZA отримала сертифікат стандарту ISO 50001 завдяки зменшенню на 8% споживання енергії у будівлях.

Для визначення масштабу управлінських, організаційних і технічних рішень енергетичного менеджменту при впровадженні в аеропортах СЕМ у рамках концепції «місто-аеропорт» необхідно систематизувати за ознаками міста та класифікувати енергоефективні аеропорти за типами.

**Систематизація аеропортів за ознаками міст.** З точки зору містобудівної ситуації аеропорти можна розглядати не тільки як наземну частину авіаційної транспортної системи, але й як **невеликі міста**, які є критичними вузлами економічної діяльності у глобальних, національних і місцевих транспортних мережах [2-3, 5-6].

Для систематизації аеропортів необхідно обрати відповідні якісні та кількісні критерії, які є характерними ознаками міст. Слід зазначити, що у методологічному аспекті в Європі, як і в Україні, немає узгодженої основи при визначенні поняття «місто» та «урбанізована територія» і кожна країна має свої власні критерії. У більшості випадків критерії включають чисельність населення і щільність, але є також випадки використання функціональних критеріїв, які мають міські функції, пов'язані з економікою регіону [5-7]. В Україні міські та сільські поселення проектуються як елементи єдиної системи розселення з урахуванням територіально-адміністративного поділу, соціально-економічного і природно-містобудівного районування; залежно від проектною кількості населення на розрахунковий період поділяються на наступні групи: найзначніші (крупніші), значні (крупні), великі, середні та малі.

Якісним критерієм масштабування «міста-аеропорту» за типом була обрана чисельність пасажирів. Значення кількісних критеріїв були обрані з урахуванням рекомендацій [5-7] для визначення міст та урбанізованих територій. Систематизацію аеропортів за ознаками міст у відповідності до обраних якісних та кількісних критеріїв наведено у таблиці 1.

*Таблиця 1*

Масштабування «міст-аеропортів» за типами

Типи «міст-аеропортів»	Кількість пасажирів (тис.)
Малі	до 25
Середні	25-50
Великі	50-100
Урбанізовані території	100-250

Систематизація дозволила визначити чотири типи «міст-аеропортів». Специфіка масштабування аеропортів полягає в тому, що тип «міста» пов'язаний з кількістю пасажирів, що обслуговується в аеропорту за добу.

**Класифікація енергоефективних аеропортів за типами.** Головними чинниками впливу на завантаженість інфраструктурних елементів аеропорту та, як наслідок, на рівень енергоспоживання є обсяги авіаперевезень пасажирів і

вантажів та кількість авіакомпаній, що обслуговуються в аеропорту. Енергоефективність аеропортів та результативність впровадження в них енергетичного менеджменту потребує наявності офіційно підтвердженої та оприлюдненої інформації щодо зменшення енергетичних витрат. Тому в якості об'єкта дослідження було обрано групу з 19 аеропортів світу, у яких СЕМ були сертифіковані на відповідність вимогам ISO 50001:2011. Дана група аеропортів охоплює весь ряд можливих кількісних показників пропускної спроможності і, як наслідок, клас, величину та призначення аеропортів за ознакою внутрішніх або міжнародних перевезень.

Кількість авіаперевізників, що обслуговуються в зазначених аеропортах, знаходиться у межах від 5 до 125 авіакомпаній. Але ця величина не завжди корелює із завантаженістю аеропорту пасажирами. Тому для проведення класифікації зазначених аеропортів за типом «міста – аеропорту» в якості базової характеристики аеропорту було обрано обсяг пасажирських авіаперевезень. Ця характеристика дозволяє визначити питомі показники, необхідні для класифікації аеропортів за ознаками міст. Розподіл обраної групи сертифікованих аеропортів за обсягом авіаперевезень виконано на підставі даних [8-9] та наведено на рис.1.

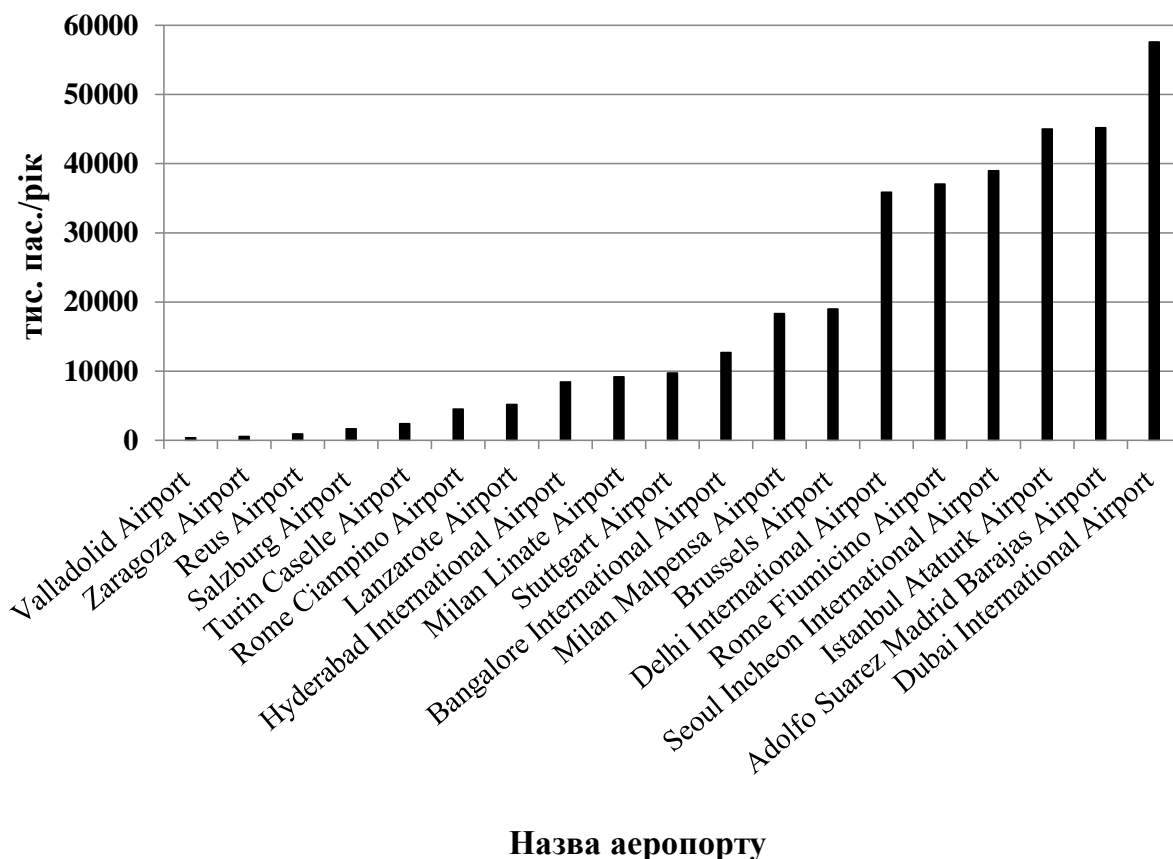


Рис. 1. Річні обсяги авіаперевезень пасажирів (2012 р.)

Як можна побачити (рис.1), питомий показник завантаженості аеропортів упродовж року знаходиться в межах від майже 400 тис. до 60 млн. пасажирів. Але важливим у контексті енергоспоживання «міста–аеропорту» є добова

завантаженість. Саме цій питомий показник задається як величина, що еквівалентна кількості населення у місті при визначенні типу «міста–аеропорту». Розраховані значення добових обсягів авіаційних перевезень пасажирів для обраної групи аеропортів наведено на рис.2.

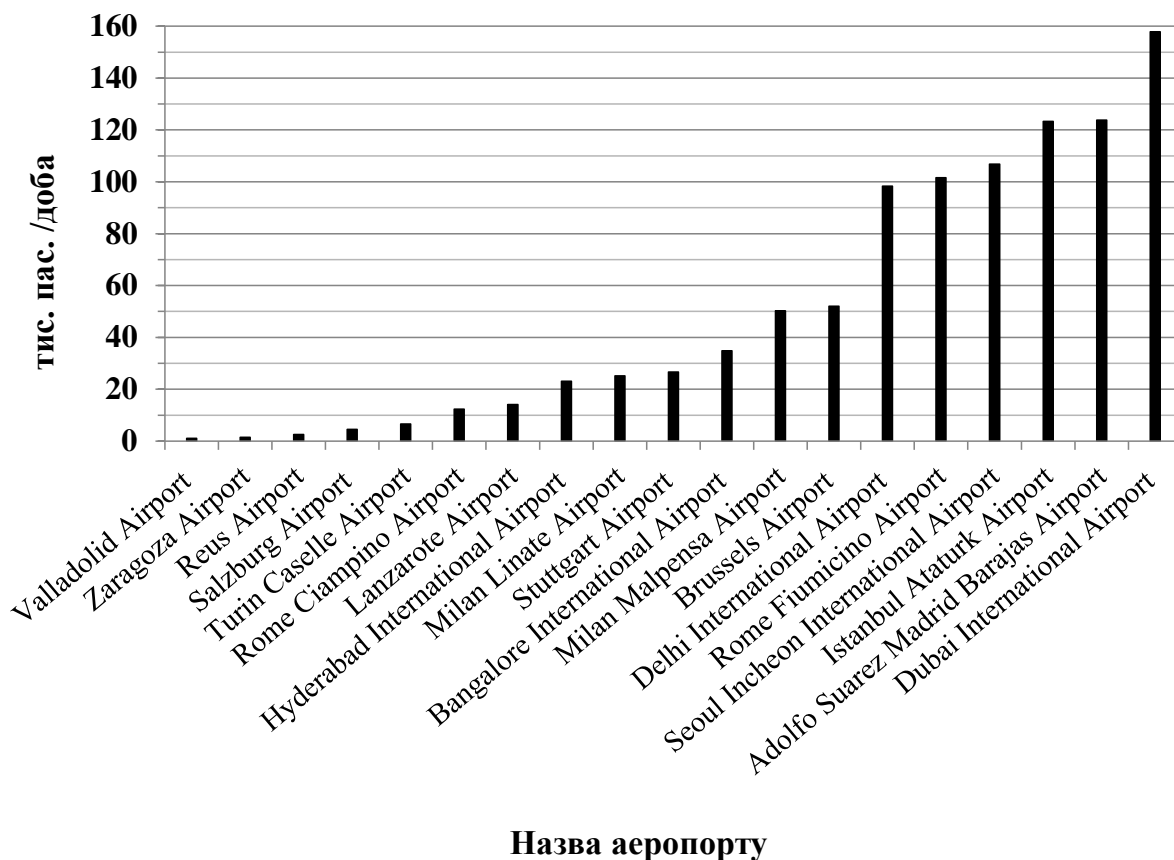


Рис.2. Добові обсяги авіаційних перевезень пасажирів (2012 р.)

Спектр розрахованих значень добових обсягів перевезень дуже широкий і має найменшу величину близько 1 тис. пасажирів на добу, а найбільшу - близько 160 тис. пасажирів на добу. Кореляція значень добових обсягів (рис.2) із кількісними критеріями запропонованої систематизації свідчить, що майже 40% належать до малих «міст–аеропортів», середні та великі складають приблизно по 30%. Оскільки усі обрані аеропорти отримали сертифікат ISO 50001:2011, це свідчить, що впровадження СЕМ можливо в усіх чотирьох типах «міст–аеропортів».

Розвиток ринку авіаперевезень України призведе до відчутного зростання рівня викидів CO<sub>2</sub> з боку об'єктів інфраструктури авіаційної галузі. Вітчизняні аеропорти мають великий потенціал енергозбереження та потребують впровадження СЕМ. Вирішення питань енергоефективності на рівні муніципальних утворень для України не є новим, існує досвід реалізації упродовж останніх десятиріч низки інвестиційних проектів з енергозбереження в адміністративних і громадських будівлях бюджетної сфери м. Києва, у житловому секторі м. Ужгород, Рівне, Львів, у системі централізованого теплопостачання м. Марганця тощо. Поєднання цього досвіду із

запропонованими методологічними підходами може бути доцільним у питаннях підвищення енергоефективності аеропортів України.

**Висновки.** Для підвищення енергоефективності функціонування аеропортів за концепцією «місто-аеропорт» проведено систематизацію аеропортів за ознаками міста. Згідно із запропонованим якісним критерієм масштабування аеропортів по чисельності пасажирів та відповідними значеннями кількісних критеріїв визначені чотири типи «міста-аеропорту». Розкриті головні чинники впливу на енергоспоживання аеропортів, на підставі яких зроблено класифікацію енергоефективних аеропортів за критерієм питомого показника добової завантаженості аеропорту пасажирями. Визначені методологічні підходи та узагальнений існуючий досвід з енергоефективних проектів сприятимуть впровадженню СЕМ в аеропортах України.

### Література

1. Energy, transport and environment indicators. 2013/ European Commission, Eurostat. - Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. - 247 p.

2. Стрелкова Г.Г., Агєєва Г.М. Методологічні аспекти підвищення енергоефективності функціонування аеропортів у контексті сталої авіації/ Архітектура та екологія: V Міжнар. наук.-практ. конф., 29-30.10.2013 р.: матеріали. – К.: НАУ, 2013. - Ч.ІІ. - С.119-122.

3. Агєєва Г.Н. Энергоэффеkтивное функционирование аэропортов в среде мегаполисов и крупных городов/ Современный город: проектирование, строительство и развитие: Междунар. науч.-практ. конф. по стр-ву и арх-ре, г. Екатеринбург, 23-24 апреля 2014 г.: сб. материалов конф. – Екатеринбург: УрФУ, 2014. – С.114-116.

4. Руководство по экономике аэропортов (Дос 9562). - 3-е изд. – Международная организация гражданской авиации, 2013. – 172 с.

5. Аэровокзалы/ М.В.Комский, М.Г.Писков. – М.: Стройиздат, 1987. – 199 с.

6. ДБН 360-92\*\* Планування і забудова міських і сільських поселень/ Держбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2002. - 113 с.

7. Cities in Europe – The new OECD-EC definition (RF 01/2012). Analysis Regional Focus and Working papers: [Електрон. ресурс]. - Режим доступ: [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/information/focus/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/regional_policy/information/focus/index_en.cfm)

8. Eurostat Website: Data on ‘Transport statistics’. Transport Database: [Електрон. ресурс]. - Режим доступ: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/transport/data/database>

9. Airports Council International. Airport Statistics and Data Centre: [Електрон. ресурс]. - Режим доступ: <http://www.aci.aero/Data-Centre>

Для повышения энергоэффеkтивности функционирования аэропортов в рамках концепции «город-аэропорт» проведена систематизация аэропортов по признакам города. Согласно предложенному качественному критерию масштабирования аэропортов по численности пассажиров и соответствующими

значениями количественных критериев определены четыре типа «города-аэропорта». Раскрыты главные факторы влияния на энергопотребление аэропортов, на основании которых выполнено классификацию энергоэффективных аэропортов по критерию удельного показателя суточной загруженности аэропорта пассажирами. Предложено использовать предлагаемые методологические подходы и обобщенный существующий опыт энергоэффективных проектов при внедрении энергетического менеджмента в аэропортах Украины.

To improve the energy efficiency of airports by the concept of "city- airport" systematization of airports on the grounds of the city is carried out. According to proposed qualitative criteria the scaling of airports on the number of passengers with corresponding values of quantitative criteria, four types of "city-airport" have been identified. The main factor influencing the energy consumption of airports is shown. On their basis, the classification of energy efficient airports is fulfilled by the criterion of specific indicator of daily airport load by passengers. Identified methodological approaches with synthesis of energy efficiency projects' experience are suggested to use during implementation of energy management at airports in Ukraine.