

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЄМКОСТІ АЕРОПОРТУ НА ПЕРСПЕКТИВУ ЙОГО РОЗВИТКУ

Інститут екології та дизайну НАУ, e-mail: itt501@rambler.ru

В статті розглянуто концепцію екологічної ємкості аеропорту з урахуванням вимог охорони навколишнього середовища, економічних показників, експлуатаційних обмежень, а також забезпечення безпеки польотів. Розроблено модель загальної екологічної ємкості аеропорту на локальному та глобальному рівнях. Виконано аналіз складових загальної екологічної ємкості аеропорту для забезпечення сталого розвитку аеропорту.

В останні десятиліття цивільна авіація щорічно зростає на 5% пасажирських та на 6,5% вантажних перевезень. Швидкий розвиток цивільної авіації викликає підвищення рівня навантаження на навколишнє середовище як на локальному, так і на глобальному рівнях.

Останні дослідження факторів, які найбільше впливають на ємкість аеропортів засвідчили, що в найближчі 20 років в країнах Європи акустичне забруднення стає лімітуючим обмеженням розвитку цивільної авіації. За таких умов екологічна ємкість в цілому, а особливо акустична аеропортів цивільної авіації стають визначальними факторами розвитку галузі.

Ємкість аеропорту визначають як максимальний обсяг перевезень за певний період часу з врахуванням екологічних, економічних, експлуатаційних параметрів та факторів безпеки польотів[3]:

$$C_{\text{заг}} = \min(C_{\text{екол}}, C_{\text{екон}}, C_{\text{експ}}, C_{\text{б.п}})$$

де $C_{\text{заг}}$ - загальна ємкість аеропорту, $C_{\text{екол}}$ - екологічна ємкість аеропорту, $C_{\text{екон}}$ - економічна ємкість аеропорту, $C_{\text{експ}}$ - експлуатаційна ємкість, $C_{\text{б.п.}}$ - обмеження безпеки польотів.

Під експлуатаційною ємкістю розуміють обсяг перевезень, що здійснює аеропорт в певний період часу з врахуванням низки експлуатаційних параметрів. Загальну експлуатаційну ємкість складають ємкість терміналів, злітно-посадкових смуг (ЗПС), літальних апаратів (ЛА), наземних засобів обслуговування, руліжних доріжок та інші експлуатаційні параметри. Зазвичай експлуатаційну ємкість обмежують просторові, топографічні та метеорологічні умови. Слід розрізняти експлуатаційну ємкість в короткотривалий та в довготривалий періоди (за 1 день та 1 рік відповідно).

Економічну ємкість визначають як максимальний обсяг ПС, що може обслуговувати аеропорт під впливом економічних чинників. Основними економічними чинниками є витрати на функціонування аеропорту та характеристики попиту на послуги аеропорту.

Безпека польотів – комплексна характеристика авіатранспортної системи, що забезпечує здатність виконувати польоти без загрози для життя та здоров'я людей. З цією метою в районі аеропорту визначаються зони ризику авіаційних подій, на основі яких розробляються заходи щодо їх попередження.

Екологічну ємкість можна визначити як максимальний обсяг ПС, який обслуговує аеропорт за умови, що вплив на довкілля не перевищує встановлені екологічні норми, не здійснює незворотніх змін в навколишньому середовищі та не викликає погіршення стану здоров'я населення.

Розрізняють екологічну ємкість аеропорту на глобальному та локальному рівнях.

На глобальному рівні екологічна ємкість характеризує відносини системи аеропорту та біосфери, і визначається нормами на викиди парникових газів та діяльності, що впливає на товщину озонового шару.

На локальному рівні, залежно від обмежуючого фактора, розрізняють акустичну ємкість, ємкість хімічного забруднення атмосфери, водойм, ґрунту, ємкість ЕВМ та ємкість землекористування.

Далі мова піде саме про локальну екологічну ємкість, сформовану акустичною та ємкістю хімічного забруднення атмосфери, як такими, що здійснюють найбільш суттєвий вплив на розвиток цивільної авіації.

Лімітуючим фактором при визначенні акустичної ємкості є нормативні вимоги щодо рівнів шуму. При чому сумарний рівень шуму створюваний ПС не повинен перевищувати шумової квоти [4].

Шумова квота може різнитися для відправлень ПС та їх прибуття. Для прибуття та відправлення протягом часу спостереження T використовують еквівалентні рівні шуму - $L_{a/eq/T}$ та $L_{d/eq/T}$ відповідно.

Аналогічно, $L_{a/i/T}$ та $L_{d/i/T}$ представляють собою рівні шуму, що створений від окремого зльоту чи посадки для певного типу літака (i). Їх оцінюють у визначених точках на околицях аеропорту (можна – в точках сертифікації шуму літаків) [4].

Оскільки шумові квоти $L_{a/eq/T}$ та $L_{d/eq/T}$ встановлюються відповідно до максимально можливого рівня забруднення, акустична ємність аеропорту може бути визначена як: $C_{a/T} = T \cdot 10^{L_{a/eq/T}/10}$ та $C_{d/T} = T \cdot 10^{L_{d/eq/T}/10}$ для прибуття та відльоту відповідно.

Звукову енергію окремої шумової події – для ПС, що прибуває чи відлітає, можна записати як:

$$N_{i/a} = 10^{L_{d/k/T}/10} \quad \text{та} \quad N_{i/d} = 10^{L_{a/k/T}/10}$$

відповідно. Для оцінки обсягу руху ПС, що задовольняють передбачені шумові квоти за даний період T , використовують співвідношення:

$$C_{e/n} = \frac{C_{a/T}}{N_{i/a-d}}$$

На рис. 1 показано типовий зв'язок між ємністю аеропорту, шумовою квотою та середнім рівнем шуму від окремої шумової події.

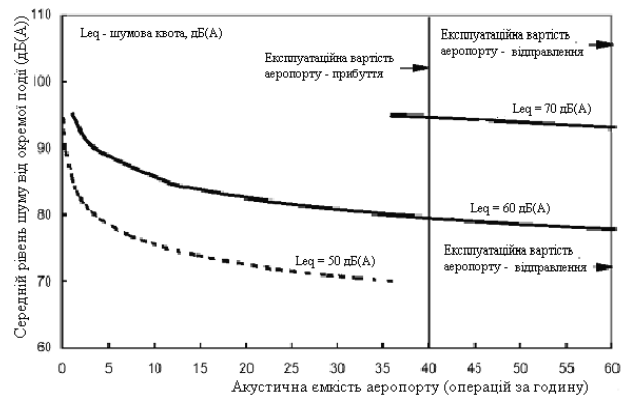


Рис.2. Типові залежності між ємністю аеропорту, шумовою квотою та середнім рівнем шуму від ізолюваної події випромінювання шуму

Акустичну ємність аеропортів визначають в короткотривалий та довготривалий періоди.

Для короткотривалого періоду шумову квоту визначають за формулою [4]:

$$L_{Aeq}(k) = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \sum_{i,j,m} C_{ijm} \tau_{ijm} 10^{0,1L_{Areal}(k)} \right],$$

де C_{ijm} - кількість шумових подій для певного типу літака (i), що рухається за певним маршрутом (j) та здійснює певну кількість операцій (m) за деякий період часу T ; τ_{ijm} - тривалість шумової події,





$L_{Areal}(k)$ - еквівалентний рівень шуму від окремої шумової події.

При чому, акустична ємність аеропорту в цьому випадку буде визначатися як:

$$C_{max} = \sum_{i,j,m} C_{ijm}$$

Для визначення акустичної ємності міжнародного аеропорту цивільної авіації були розраховані контури рівного шуму для середньодобової завантаженої розкладу руху літаків, координат злітно-посадкових смуг та маршрутів.

Розрахунки проводилися для поточних та перспективних обсягів руху ПС в околицях аеропорту з можливістю зростання обсягів перевезень на 100, 200, 300, 400 та 500% і дали змогу на основі „Правил визначення зон обмеження житлової забудови навколо аеропортів із умов впливу авіаційного шуму” здійснити зонування в околицях аеропорту та спрогнозувати зростання їх площ [1]. Отримані результати зонування околиць аеропорту за еквівалентними рівнями шуму L_{Aeq} та максимальними рівнями шуму L_{max} року наведено на рис. 3 - 4.

- 3
жит
зо-
ма-
лі-
рту
-  Зона обмеження житлової забудови (для нічного періоду)
 -  Зона захисту від шуму (ніч) та зона обмеження житлової забудови (день)
 -  Зона, неприйнятна до забудови (ніч) та зона захисту від шуму (день)
 -  Зона, неприйнятна до забудови (для обох періодів)

рисунків бачимо, що площі зон обмеження тлової забудови, зони захисту від шуму та ни, неприйнятної до забудови найбільші для ксимальних рівнів шуму. Таким чином, мітуючими для подальшого розвитку аеропо-будуть саме рівні максимального шуму ПС в околицях аеропорту, що також ілюструють рис. 5-6.

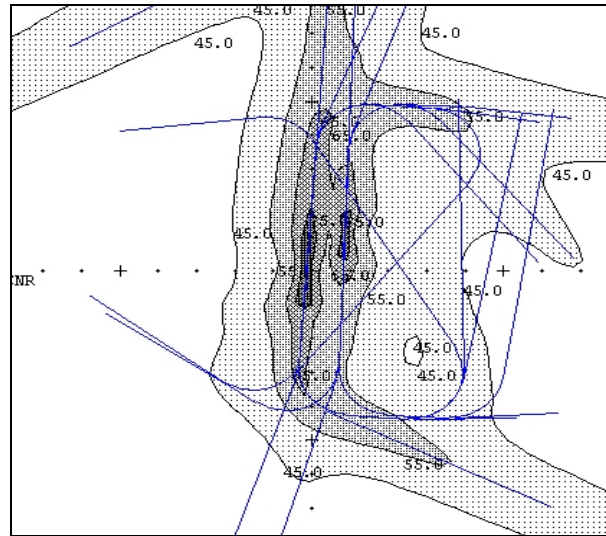


Рис. 3. Зонування околиць аеропорту ЦА за еквівалентними рівнями шуму L_{aeq}

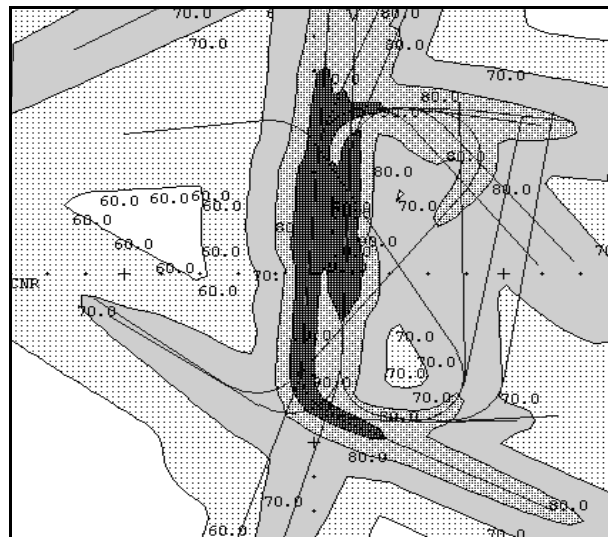










Рис.4. Зонування околиць аеропорту ЦА за максимальними рівнями шуму L_{max}

-  Зона обмеження житлової забудови (для нічного періоду)
-  Зона захисту від шуму (ніч) та зона обмеження житлової забудови (день)
-  Зона, неприйнятна до забудови (ніч) та зона захисту від шуму (день)
-  Зона, неприйнятна до забудови (для обох періодів)

З рисунків 5 та 6 бачимо, що в порівнянні з 2004 роком значне збільшення площ контурів шуму має місце вже при подвоєнні обсягів перевезень.

-  Зона обмеження житлової забудови (для нічного періоду)
-  Зона захисту від шуму (ніч) та зона обмеження житлової
-  Зона, неприйнятна до забудови (ніч) та зона захисту від шуму (день)
-  Зона, неприйнятна до забудови (для обох періодів)

180

Подальше зростання руху ПС в районі аеропорту викликатиме збільшення площ контурів рівного шуму, проте за більший проміжок часу.

Слід також відмітити, що зростання площ контурів рівного шуму відбувається різними темпами. Так, при зростанні обсягів перевезень на 100%, зростання площі еквівалентних рівнів шуму, а рівні нормативного значення обмеження зони житлової забудови складає 35%, проте, для контуру шуму 85 дБА становить біля 200%, що значно розширює зону захисту від шуму.

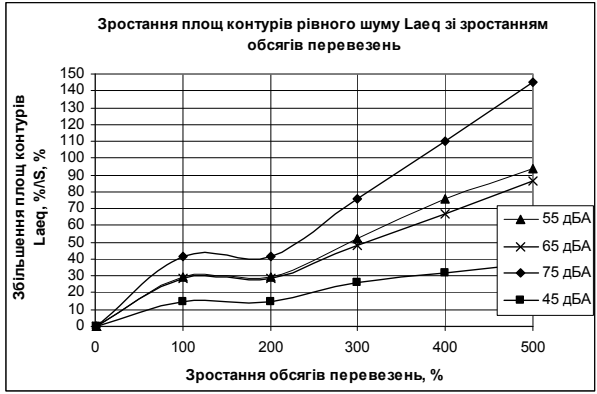


Рис. 5. Збільшення площ контурів рівного шуму L_{aeq}

зі зростанням обсягів перевезень

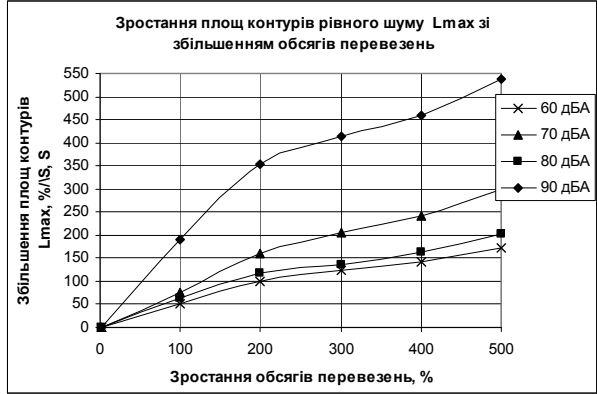


Рис. 6. Збільшення площ контурів рівного шуму L_{max} зі зростанням обсягів перевезень

Ще одним вагомим фактором, що спроможний істотно обмежувати загальну ємкість аеропорту виступає забруднення повітря викидами авіаційних двигунів.

Ємкість хімічного забруднення повітря визначають, як певну кількість повітряних суден, яку обслуговує аеропорт, за умови, що рівні прямого та опосередкованого забруднення повітря не перевищуватимуть заданого рівня, або ж квоти забруднення повітря [3].

Рис.7 показує можливі співвідношення між обсягами руху в аеропорті та загальною кількістю забруднювачів, що надійшли в атмосферу за певний період.

Теоретично існують різні типи зростання обсягів забруднень: позитивний експоненціальний, лінійний та негативний експоненціальний, що зображені кривими A_1 , A_2 та A_3 відповідно. Лімітуючим параметром на рисунку б є квота, при досягненні якої обсяги руху в аеропорту слід зупинити.

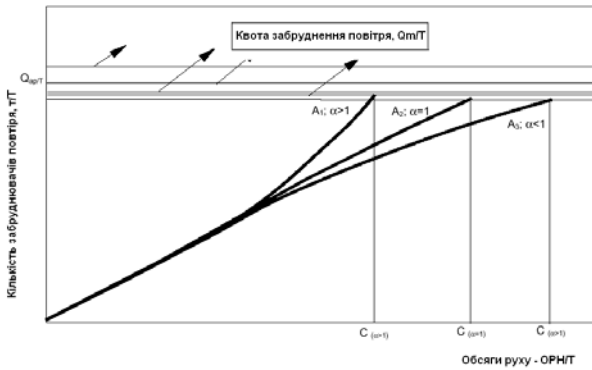


Рис. 7. Залежність між загальною кількістю забруднювачів атмосфери в околицях аеропорту та обсягами руху. Визначення потужності викиду ЗР в околицях міжнародного аеропорту цивільної авіації для тих же експлуатаційних умов, що використовувалися при визначенні акустичної ємності було здійснено на основі даних розкладу руху літаків, інвентаризації стаціонарних джерел та автотранспорту [2]. Розподіл викидів за джерелами подано на рисунку (рис. 8), згідно з яким найбільшим забруднювачем в околицях аеропорту є ПС (86%).

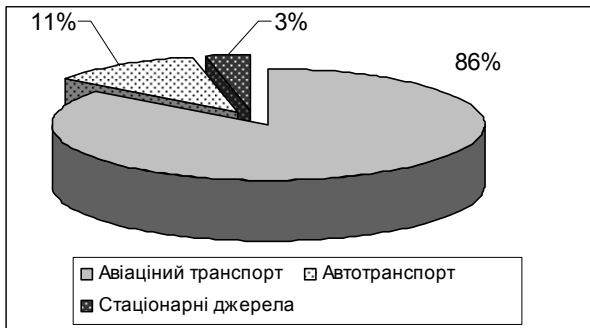


Рис. 8. Розподіл викидів забруднюючих речовин за джерелами в міжнародному аеропорту

Отримані результати дали змогу спрогнозувати обсяги викидів основних забруднюючих речовин (HC , CO та NO_x) в зоні аеропорту при зростанні парку ПС на 100%, 200%, 300%, 400% та 500%, як показано на даному рисунку (рис.9).

Отже, в порівнянні з 2004 роком, при подальшому зростанні обсягів перевезень в міжнародному аеропорту цивільної авіації на 100, 200, 300, 400 та 500% найбільш швидкими темпами йде зростання викидів вуглеводні в – до 10 тон/добу, що стане лімітуючим параметром подальшого розвитку аеропорту.

Незважаючи на численні обмеження для ПС, встановлені ІСАО та національними нормативами, для послаблення тиску на довкілля, екологічна ємність для багатьох аеропортів стає обмежуючим фактором при подальшому розвитку аеропорту.

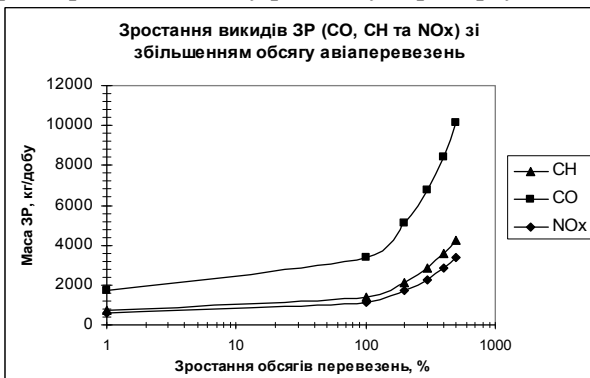


Рис. 9. Зростання обсягів викидів забруднюючих речовин при збільшенні парку літаків

Оптимізувати розвиток аеропортів цивільної авіації покликана концепція сталого розвитку аеропорту [3]. Вона вводить поняття ємності аеропорту сталого розвитку або життєздатної ємності аеропорту, що визначається з врахуванням низки експлуатаційних, економічних, екологічних обмежень, а також

обмежень з безпеки польотів і передбачає розробку таких режимів експлуатації аеропортів, які здатні максимізувати прибутки за умови дотримання природоохоронних вимог.

Запропонована методика оцінки екологічної ємкості аеропорту цивільної авіації за основними обмежувачими факторами: акустичним забрудненням та хімічним забрудненням повітря, дозволяє не лише оцінювати сучасний стан розвитку аеропорту та його екологічну ємкість, але і прогнозувати максимальні значення квот забруднень з врахуванням можливих сценаріїв розвитку аеропорту.

Список літератури

1. *Дідковський В.С.* та ін. *Основи акустичної екології: Навчальний Посібник/* за редакцією В.С. Дідковського. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий центр ТОВ „Імекс ЛТД”, 2002. – 520с.

Квитка В.Е., Мельников Б.Н., Токарев В.И. Гражданская авиация и охрана окружающей среды. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1984. – 136 с.

3. *Janic M.* An analyses of the concepts of airport sustainable capacity and development, in Proc. of 1st International Conference “Environmental capacity of airports”, The Manchester Metropolitan University, 2-3 Of April, 2001, pp 1-20.

Zaporozhets O., Tokarev V. Methods for short-term and long-term forecasting of aircraft noise impact around the airports in Proc. The 33rd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering “Inter-noise 2004”, Prague, 22-25 of August, 2004, pp 1-4.