

УДК 628.517 (045)

## ВИКОРИСТАННЯ СМУГИ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ ЯК АКУСТИЧНОГО ЕКРАНА В ЗОНІ АВІАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ

О. Л. Матвєєва, канд. техн. наук, проф.; Л. М. Чуйченко

Національний авіаційний університет

E-mail: mol@nau.edu.ua

surena123@bigmir.net

*Проведено екологічне оцінювання доцільності використання акустичних екранів з метою зниження впливу авіаційного шуму на техносферу в зоні авіаційних підприємств. На основі аналізу сучасних наукових праць наведено оцінку ефективності та доцільності використання різних типів акустичних екранів. Запропоновано використання смуги зелених насаджень як одного з економічно вигідних та доцільних заходів зменшення впливу шумового випромінювання.*

**Ключові слова:** акустичний екран, навколишнє середовище, авіаційний шум, техносфера, аеропорт.

*An environmental assessment of the feasibility of using acoustic screens to reduce the impact of aircraft noise on the technosphere in the airlines. Based on analysis of current scientific papers provides an assessment of the effectiveness and feasibility of using different types of acoustic screens. The use of vegetation strips as one of the cost-effective and appropriate measures to reduce the impact of noise emission.*

**Keywords:** acoustic screen, environment, aviation noise, technosphere, airport.

### Вступ

Загальний вклад авіації в забруднення навколишнього середовища невеликий і становить приблизно 1 %.

Однак в околиці аеропорту при експлуатації повітряних суден, наземних споруд та технічних систем, що забезпечують роботу авіаційної транспортної системи, існують чинники несприятливого впливу авіації на навколишнє середовище: шум під час експлуатації літаків, викиди забруднюючих речовин, електромагнітні випромінювання, теплові забруднення, забруднені стоки з території аеропорту [1].

Відповідно до праці [2] на сьогодні проблема авіаційного шуму дійсно існує, причому не тільки в межах України. Найбільші міжнародні аеропорти визнали вагомість вирішення даного питання.

Наявність на території населених пунктів такого значного негативного чинника, як шумове забруднення, спричиняє зростання захворюваності населення (особливо серед дітей та людей літнього віку), значні економічні збитки, знецінення житла та іншої нерухомості, неможливість використання земельних ділянок за їх цільовим призначенням тощо.

Актуальність роботи полягає в необхідності детального дослідження проблеми авіаційного шуму в околицях авіаційних підприємств та розроблення ефективних економічно доцільних заходів зниження шумового впливу.

**Предмет** дослідження — авіаційний шум.

**Об'єкт** дослідження — вплив авіаційного шуму та техносферу в зоні авіаційних підприємств та методи його зниження.

### Аналіз досліджень і публікацій

У праці [3] проведено аналіз умов авіаційного шуму на прикладі Міжнародного аеропорту «Київ» та зроблено акустичні розрахунки за методиками, узгодженими з Міністерством охорони здоров'я України.

Відповідно до праці [3] визначено схеми санітарно-захисної зони та зони обмеження забудови для Міжнародного аеропорту «Київ». Ширина шумової зони становить приблизно 4 км, довжина 10–20 км.

Схема виявляє зони:

- зона, що не дозволяє зовсім ніякої забудови;
- зона обмеженої забудови.

У зазначеній вище праці наведено особливості встановлення санітарно-захисних зон, проте крім так званого «захисту відстанню» жодні інші способи захисту від негативного впливу авіаційного шуму не аналізуються.

У працях [5–7] описано можливості зниження авіаційного шуму за допомогою експлуатаційних прийомів, тобто мається на увазі використання спеціальних прийомів пілотування та удосконалення акустичних моделей літаків, що не завжди є можливим виходячи із величини перевищення нормативів за шумом.

Праці [8; 9] описують основні методи зниження негативного впливу досліджуваного фізичного чинника, а також перспективи використання смуги зелених насаджень як джерела екранування.

**Мета** роботи — якісне оцінювання використання смуги зелених насаджень з метою зниження негативного впливу авіаційного шуму на техносферу в зоні авіаційних підприємств, вибрати

типи деревних порід, які доцільно використовувати як природні акустичні екрани.

### Постановка проблеми

У зв'язку з необхідністю вирішення проблеми авіаційного шуму в зоні авіаційних підприємств постає ряд завдань:

- аналіз впливу авіаційного шуму на технічну сферу та людину зокрема;
- дослідження шумової ситуації в районі авіаційних підприємств та існуючих заходів зниження авіаційного шуму;
- екологічне оцінювання перспектив використання смуги зелених насаджень як акустичного екрану.

### Аналіз джерел шумового забруднення в районі авіаційних підприємств

Шумове забруднення утворюється за рахунок значної кількості джерел шуму на території аеропорту, представлених авіаційними силовими установками з газотурбінними і поршневыми двигунами (шум має високочастотний спектр та інтенсивність у межах 135 дБА, на відстані 25 м — 90 дБА), спецмашинами аеродромного обслуговування різного призначення, верстатним та технологічним устаткуванням виробничих процесів [8].

На перонах аеропортів рівні шуму сягають 100 дБА, в приміщеннях диспетчерських служб від зовнішніх джерел — 90–95 дБА, всередині приміщень аеровокзалів — 75 дБА [8].

Максимальні рівні шуму утворюються на етапах розбігу, зльоту та пробігу літака, але тривалість етапів різна, тому змінюється і час впливу шуму.

Дослідження впливу шуму на живі організми засвідчили розвиток у них загальної неспецифічної реакції, яка характеризується зниженням споживання кисню всіма тканинами головного мозку, дистрофічними змінами в мозку та внутрішніх органах, появою судинних розладів, біохімічними змінами у внутрішніх органах, що свідчить про напруженість захисних та пристосувальних сил організму.

Шум негативно впливає на різні системи організму: серцево-судинну, нервову, порушує сон, увагу, збільшує роздратованість, депресію, неспокій, подразнення, може впливати на дихання і травну систему; ушкодження слухової функції з тимчасовою або постійною втратою слуху; порушення здатності передавати та сприймати звуки мовного спілкування; відволікання уваги від звичайних занять; зміни фізіологічних реакцій людини на стресові сигнали; вплив на психічне і соматичне здоров'я; дію на трудову діяльність і продуктивність праці.

### Аналіз спектральних типів літаків, що використовуються в аеропортах (на прикладі аеропорту «Київ»)

Відповідно до праці [3] для МА «Київ» (Жуляни), розташованого на відстані 8 км на південний захід від центру, у місті Києві, встановлено найбільш шумний тип літака, що використовується в даному аеропорту. Максимальні рівні звуку реєструються при зльоті літаків: Ту-214 та Boeing 737-300.

Відомо, що в аеропорту «Київ» без обмежень використовуються такі типи ПС: CRJ-200, А-320, ATR 72-500, ATR 42-300, В-777 та В-737. Ці літаки належать до спектральних класів літаків С3 та С4 (літальні апарати з турбореактивним двоконтурним двигуном із високим ступенем двоконтурності).

Також в аеропорту використовуються літаки із обмеженнями по шуму, що відносяться до спектрального класу С2 (літальні апарати з турбореактивним двоконтурним двигуном із середнім ступенем двоконтурності), наприклад Ту-214. Для даних типів літаків реєструється незначне перевищення по шуму (рис. 1).

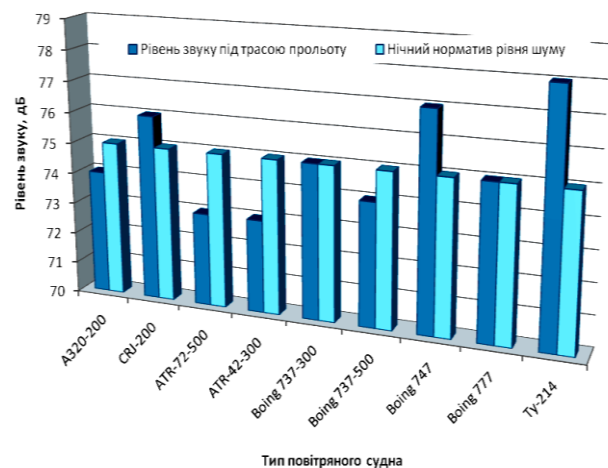


Рис. 1. Порівняння рівнів звуку під траєкторією польоту із граничнодопустимими рівнями

Тобто відбувається перевищення допустимого рівня шуму в нічний час.

### Екологічна оцінка перспектив використання смуги зелених насаджень як акустичного екрану

На території авіаційних підприємств доцільно використовувати методи колективного та індивідуального захисту від авіаційного шуму.

Індивідуальний захист передбачає використання протишумових навушників, що закривають вушну раковину зовні; протишумових вкладишів, що перекривають зовнішній слуховий

прохід або прилегли до нього; протишумових шоломів і касок тощо. Засоби індивідуального захисту від шуму ефективно використовувати з метою захисту персоналу, проте коли йдеться про населення приаеродромних територій — це недоцільно.

Також на території аеропорту та прилеглих до нього селітебних територіях можна використовувати засоби звукоізоляції (звукоізолюючі огорожі будівель і приміщень; акустичні екрани, огороження), звукопоглинання (звукопоглинальні облицювання) і глушники шуму.

Як відомо, акустичні екрани — це всі можливі перешкоди (штучні або природні), які встановлюють на шляху поширення звукових хвиль, — вали (наприклад земляні), стінки (металеві, залізобетонні, дерев'яні тощо), будинки, смуги зелених насаджень і т. ін., які зумовлюють додаткове зниження шуму.

Оскільки перевищення по шуму в МА «Київ» є несуттєвим, можна знизити шум за допомогою смуги зелених насаджень (СЗН).

Для СЗН зниження шуму визначають залежно від виду СЗН та її ширини (табл. 1).

Таблиця 1

## Ефективність СЗН

Вид СЗН (висота дерев 5–8 м)	Ширина, м	$\Delta L_e$ , дБА
Однорядна, шахова посадка дерев усередині смуги	10–15	4–5
Однорядна, шахова посадка дерев усередині смуги	16–20	5–8
Дворядна, відстань між рядами 3–5 м (ряди подібні до однорядної посадки)	21–35	8–10
Трирядна, відстань між рядами 3 м	26–30	10–12

Зелені насадження на території аеропорту можуть використовуватися як самостійний засіб шумозахисту, так і разом із іншими шумозахисними спорудженнями. Зниження рівня звуку переважно залежить від геометричних та конструкційних характеристик смуги зелених насаджень та дендрологічного складу.

Зниження шуму зеленими насадженнями ефективно при виконанні таких умов:

- щільне прилягання крон одна до одної та заповнення простору під кронами густими чагарниками;
- дерева повинні бути з густим гіллям;
- висота дерев має бути не менше 6 м, а ширина смуги насаджень не менше 8 м;

- шумозахисні зелені насадження можна висаджувати у вигляді кількох смуг із розривами між ними, але відстань між сусідніми смугами повинна перевищувати середню висоту дерев у смугі);

- зелені насадження необхідно розглядати як допоміжний засіб зниження шуму, а також у поєднанні з іншими способами зниження шуму.

У табл. 2 та на рис. 2 наведено дані щодо зниження рівня шуму різними видами СЗН (для 1 м СЗН). Згідно з наведеними даними найефективніше знижує шум пихтова СЗН.

Таблиця 2

## Ефективність використання типів СЗН

Частота, Гц	Сосна	Пихта	Густі чагарники	Молодий сосновий ліс	Листяний ліс
250	0,09	0,12	0,1	0,1	0,03
500	0,1	0,13	0,11	0,11	0,04
1000	0,11	0,2	0,12	0,11	0,05
2000	0,13	0,28	0,13	0,12	0,1
4000	0,14	0,3	0,13	0,13	0,12
8000	0,21	0,4	0,21	0,2	0,2

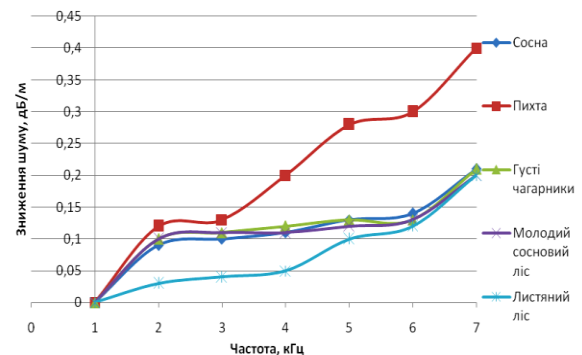


Рис. 2. Ефективність використання типів СЗН

Найменш ефективною є смуга тільки з дерев, оскільки під кронами дерев створюється звуковий коридор, у якому шум зі збільшенням відстані від джерела може загасати навіть повільніше, ніж на відкритій рівнинній місцевості через багаторазові відбивання і навіть дифракцію звукових коливань. Щоб попередити цей недолік, потрібно використовувати смуги з чагарниковою рослинністю.

Частотна характеристика зниження рівнів звуку смугою зелених насаджень залежить від їх дендрологічного складу та щільності. При цьому найбільша ефективність зниження звукового тиску проявляється в діапазоні високих частот.

Ця властивість характерна для всіх основних порід: листових, хвойних та мішаних.

Хвойні породи мають властивість також знижувати рівень звукового тиску й на середніх частотах (500 Гц), а найбільш ефективні в діапазоні високих частот.

Особливістю шумозахисної багаторядної смуги зелених насаджень уздовж зон з високими розрахунковими рівнями шуму є те, що всю ширину розриву між такою зоною та захисною територією або зоною забудови варто розглядати як зону захисного озеленення, виділяючи дві підзони: фронтальну та основну. По фронтальній зоні висаджують димогазостійкі породи дерев та кущів. До них відносяться такі породи, як клен польовий, тополя бальзамічна, жимолость татарська, клен ясенелистий, бирючина звичайна.

У цій підзоні варто використовувати кущі. В наступних рядах потрібно висаджувати дерева висотою 5–10 м та більше. Відстань між рядами до 4 м з наступним насадженням підліскових чагарників. Для більшого ефекту шумозахисту у фронтальній зоні необхідно використовувати дерева з густою кроною висотою 10–20 м.

### Висновки

Ураховуючи те, що повне запобігання нині і в майбутньому впливу авіаційного шуму на довкілля навіть за умови удосконалення виробництва — неможливе, на перше місце при вирішенні цієї проблеми повинна висуватися розробка системи заходів, спрямованих на зменшення ступеня впливу, а також на створення пристроїв і методів захисту об'єктів, що піддаються найбільш високому ступеню навантаження.

У процесі підготовки даної роботи проаналізовано основні заходи зниження негативного впливу авіаційного шуму на техносферу в районі авіаційних підприємств. Проаналізовано доцільність та ефективність використання акустичних екранів із смуги зелених насаджень.

При виборі засобів зниження впливу будь-якого негативного чинника важливим є аналіз усіх аспектів його використання, економічної вартості заходу, а також ефективності.

На сьогодні одним із досить ефективних та економічно доступних у галузі зниження рівнів авіаційного шуму є використання смуги зелених

насаджень як додаткового акустичного екрана в районі авіаційних підприємств.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Сердюк О. Є. Розробка методики прогнозування рівня енергетичних забруднень ПТК в зоні аеропорту / О. Є. Сердюк, Г. М. Франчук // Наука і молодь. Прикладна серія. — К., 2006 — № 6. — С. 177–180.

2. *For Greener Sky. Reducing Environmental Impacts of Aviation* // The National Academy of Science, National Academy Press. Washington, DC. — 2002. — 70 p.

3. *Розрахунки по визначенню зон обмеження забудови та санітарно захисних зон в прилеглий до аеродрому аеропорту «Київ» (Жуляни) території: Звіт про НДР. УКРАЕРОПРОЕКТ: Керівник М. І. Белов. Інв. № 3148.* — К., 2005. — 77 с.

4. *Запорожець О. І.* Вплив ефектів установавання двигунів і поширення звукових хвиль в атмосфері на рівні шуму літака в контрольних точках / О. І. Запорожець, Г. Г. Голембієвський // Вісник НАУ. — К., 2004. — № 2 (20). — С. 107–110.

5. *Токарев В. І.* Снижение шума при эксплуатации пассажирских самолетов / В. І. Токарев, А. І. Запорожец, В. А. Страхолес. — К.: Техника, 1990. — 127 с.

6. *Запорожець О. І.* Акустичний захист приміщень службово-технічної території аеропорту від авіаційного шуму / О. І. Запорожець, О. В. Коновалова // Вісник Національного авіаційного університету. — К., 2001. — № 3 (10). — С. 168–171.

7. *Zaporozhets O.* Accuracy and uncertainty of aircraft noise modelling / O. Zaporozhets, O. Karytshev, G. Golembievskiy // Proceedings of the National Aviation University. — К., 2008. — № 2 (35). — P. 52–57.

8. *Запорожець О. І.* Основи акустичного моніторингу довкілля: конспект лекцій / О. І. Запорожець, В. І. Токарев. — К.: НАУ, 2008. — 240 с.

9. *Джигирей В. С.* Основи екології та охорона НПС. Екологія та охорона природи / В. С. Джигирей, В. М. Сторожук, Р. А. Яцюк. — Л.: Афіша, 2004. — 272 с.

10. Франчук Г. М. Еколого-економічна оцінка впливу авіатранспортних процесів на стан прилеглих до аеропорту територій / Г. М. Франчук, О. Ю. Драч // Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції «Авіа-2002», 23–25 квітня 2002 р. — К., 2002. — Т. 2. — С. 25.61–25.63.

Стаття надійшла до редакції 12.02.13.