

## ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ В СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

УДК 628.517.2

С.В. Бондарчук

*Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету, Кіровоград*

### ДО ПИТАННЯ ПРО ВПЛИВ АВІАЦІЙНОГО ШУМУ НА ЛЮДИНУ

*У статті розглядаються деякі питання про вплив шуму на людину, як шкідливого фактора, що виникає від повітряних суден та інших механізмів, які використовуються в цивільній авіації. Наведено механізм нормування та стандартні значення показників шуму, показано вплив шуму на органи і системи людини. Надані рекомендації щодо зменшення шкідливої дії шуму на людину.*

**Ключові слова:** шум, повітряне судно, авіаційний транспорт, цивільна авіація.

#### Постановка проблеми

Сьогодні існування людства неможливе без авіаційного транспорту. Збільшується число пасажироперевезень, кількість аеропортів, літальна маса повітряних суден (ПС), все це супроводжується загостренням проблеми дії авіаційного шуму на людину. Проблема шуму залишається однією із важливих чинників шкідливого впливу нашої цивілізації на довкілля, вона не менш загрозна ніж забруднення повітря або води. Шумове забруднення стає причиною різних захворювань, веде до погіршення якості життя і економічних втрат, знижує продуктивність праці на підприємствах країни.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблемою авіаційного шуму займаються широке коло дослідників, серед них: авіаційні конструктори, експлуатанти авіаційної техніки, екологи та інші науковці. Вивченням питання впливу шуму на людину займається досить широке коло організацій та науковців, серед них можна виділити Міжнародну організацію цивільної авіації (ІСАО), де створений комітет з охорони навколишнього середовища, Авіаційний науково-технологічний комплекс ім. Антонова, такі науковці як В.П. Бабак, С.К. Солдатов, М.В. Фокін, А.В. Богомолів, В.М. Зінкін та ін. [1 – 4]. Проте постійне вдосконалення авіаційної техніки, обслуговуючої інфраструктури, поява нових технологій та ізоляційних матеріалів актуалізує наукові дослідження в цій сфері, вимагає постійного моніторингу та внесення нових конструктивних пропозицій.

**Формулювання мети статті** Цивільна авіація (ЦА) є однією з галузей, яка характеризується використанням передової технології і новітньої техніки. У ній використовуються різноманітні засоби аеронавігації, механізації, технічного обслуговування ПС і устаткування аеропортів, технологічні процеси із застосуванням найсучаснішої апаратури, заснова-

ної на використанні хімічних і радіоактивних методів, електромагнітного і ультразвукового випромінювання, рентгенівської техніки тощо. У той же час ЦА є галуззю, яка негативно впливає на довкілля в цілому і на здоров'я людей зокрема.

У зв'язку з цим, персонал авіапідприємств і населення, яке проживає у безпосередній близькості від аеропортів, аеродромів підпадає під дію небезпечних і шкідливих виробничих факторів (ОВПФ) фізичного, хімічного, біологічного і психофізіологічного характеру. Метою роботи було дослідити вплив авіаційного шуму на людину.

#### Виклад основного матеріалу

Шуми, що виникають під час роботи двигунів і різних аеродинамічних установок, впливають не лише на комфорт пасажирів і працездатність екіпажу літака, але і на людей, що мешкають в зоні дії цих шумів. Подразлива дія авіаційного шуму пов'язана, в першу чергу, з розміщенням аеропортів на околицях населених пунктів.

Документами Міжнародної організації цивільної авіації ІСАО (додаток 16) визначені правила сертифікації літаків за рівнем шуму, що створюються повітряними суднами (ПС). Відомо, що звук характеризується двома основними властивостями - частотою і інтенсивністю. Частота вимірюється в герцах, а інтенсивність - у ватах на квадратний метр [3].

У 1971 році ІСАО розробила перший стандарт, що встановлює вимоги до шуму на місцевості для дозвукових реактивних пасажирських літаків, потім були прийняті стандарти до шуму для інших типів літальних апаратів (гвинтових літаків, гелікоптерів). У СРСР був прийнятий ГОСТ 17228-71, що обмежував шум на місцевості для дозвукових реактивних і гвинтових літаків, у подальші роки цей стандарт був посилений і були прийняті стандарти до шуму для гелікоптерів і надзвукових літаків.

Мірою оцінки шуму служить ефективний рівень сприйманого шуму EPNL, (англійське - effective perceive noise level), виражений в одиницях EPN дБ, що дає оцінку суб'єктивного сприйняття дії авіаційного шуму на людину. Система оцінки в EPN дБ враховує частотний склад шуму, що розповсюджується, наявність дискретних складових в спектрі і тривалість дії шуму. В якості параметра нормування в усіх стандартах використовується значення максимальної злітної маси літального апарату. Крім того, в нових стандартах для дозвуків реактивних літаків допустимі рівні шуму при зльоті, що залежать від кількості двигунів, встановлених на літаку. Стандарти регламентують і методику проведення сертифікації випробувань шуму літальних апаратів, вживану апаратуру, систему обробки результатів випробувань і приведення до атмосферних умов: температура 25°C, тиск 1013,25 гПа, відносна вологість повітря 70 %. Відповідно до стандартів рівні шуму великих літаків (з масою  $m > 5700$  кг) нормуються в трьох контрольних точках на місцевості, розташованих при посадці на відстані 2 км від торця злітно-посадкової смуги (ЗПС), при зльоті - збоку від осі ЗПС на відстані 450 м, при наборі висоти - під траєкторією на відстані 6,5 км від місця старту (табл. 1).

Таблиця 1

Максимальні рівні шуму в точках виміру для ПС залежно від максимально сертифікованої злітної маси

Точка виміру шуму	Максимальний рівень шуму EPNдБ
У точці виміру шуму збоку від ЗПС	Від 108 до 102
У точці виміру пролітного шуму	Від 108 до 93
У точці виміру шуму при заході на посадку	Від 108 до 102

Стандарт допускає перевищення рівнів шуму в одній або двох точках (при відповідному зниженні в інших), але не більше 3 EPN дБ в одній точці і сумарне перевищення не більше 4 EPN дБ відповідно до вимог розділу 2 (відповідно 2 і 3 EPN дБ за розділом 3). Такі літаки, як Як-40, Ту-134А, Ту-154Б, Іл-76Т, Іл-86 задовольняють вимогам за шумом на місцевості розділу 2, а Як-42, Ту-154М, Іл-62М - вимогам розділу 3. Норми шуму для важких гвинтових літаків практично співпадають з вимогами розділу 3 для дозвуків реактивних літаків при зльоті і посадці, а при прольоті для гвинтових літаків застосовуються вимоги розділу 3 для літаків з чотирма двигунами. Для нових надзвуків літаків норм шуму поки що немає, але рекомендується орієнтуватися на вимоги розділу 2 стандарту Міжнародної організації цивільної авіації[1].

Шум, що створюється на місцевості невеликими літаками (масою  $m < 5700$  кг), нормується в од-

ній контрольній точці при горизонтальному прольоті літака на висоті 300 м. За стандартом граничний рівень шуму обмежений 68 дБ(А) для літака масою до 600 кг і 80 дБ(А) з масою  $1500 \text{ кг} < m < 5700 \text{ кг}$ . При масі літака  $600 \text{ кг} < m < 1500 \text{ кг}$  гранично допустимий рівень шуму пропорційний його масі.

Переконалівою одиницею є сприйманий шумовий децибел - PN дБ, що враховує не лише інтенсивність шуму, але і чутливість до нього вуха людини.

У Додатку 16 ICAO обумовлені рівні шуму в точках ЗПС (табл. 1). Контрольна точка при посадці розташовується на відстані 1,85 км від торця ЗПС по її осьовій лінії. При трьох градусній глісаді літак пролітає над цією точкою на висоті близько 113 м. Контрольна точка на злеті розміщена на відстані близько 6,5 км від точки початку розгону по осьовій лінії ЗПС. Бічний шум контролюється в нефіксованій, будь-якій точці на лінії, паралельній ЗПС і що знаходиться від неї на 460 м для літаків, які мають до чотирьох двигунів і на 650 м для літаків, що мають чотири двигуни.

Таблиця 2

Рівні авіаційного шуму (EPN дБ) у точках контролю

Тип ПС	Набирання висоти		Зниження перед посадкою	
	модель	вимірювання	модель	вимірювання
Т-154	99,2	100,1±1,2	105,8	106,0±0,9
Ту-154 М	98,3	98,4±0,9	100,7	102,1±0,5
Ту-204	97,0	96,0±2,6	102,2	99,9±2,7
Як-40	91,2	90,3±3,9	98,7	97,2±3,8
Як-42	93,8	93,4±0,7	103,7	102,4±1,6
Іл-62 М	100,2	102,9±2,5	100,0	103,5±3,8
Іл-86	107,6	107,4±0,6	105,7	105,1±0,3

Аналізуючи результати досліджень можна зробити висновок про дратівливу і шкідливу фізіологічну дію авіаційного шуму на людину.

Тому шум не випадково розглядається нині як один з найважливіших експлуатаційних характеристик сучасного літака [1 – 3].

Виділяють основні чинники, що є причиною генерування і поширення психологічної дії шуму літака на людину. Їх можна класифікувати за групами:

- зниження на посадку;
- набір висоти;
- ЗПС;
- відстань населених пунктів від аеропорту;
- характеристики шуму літака;
- інтенсивність руху літаків;
- особливості навколишнього середовища (наявність зелених зон тощо).
- випробування авіадвигунів їх прогрівання;
- технологічне устаткування ремонтних і експлуатаційних авіапідприємств цивільної авіації.

Людське вухо має певну особливість, яка полягає в неоднаковій чутливості до різних частот і оцінки шуму не лише по інтенсивності, але й по несподіваності появи, тривалості, повторюваності тощо. Для людини подвоєння інтенсивності звуку не відповідає подвоєнню уявних рівнів, а звуки різної частоти і однакової інтенсивності сприймаються не однаково гучно.

Розглянемо вплив шуму на організм людини. Відомо, що при 40 дБ починається порушення сну; з'являється роздратування, починаючи з 45 дБ; зміна мови, порушення нормальної роботи шлунку - при 60 дБ; погіршення працездатності - при 80 дБ.

Якщо слуховий апарат людини піддати тривалим або повторним діям досить гучного шуму, то настає тимчасова або постійна втрата слуху. У людини, яка знаходиться протягом 6-8 років під дією шуму інтенсивністю 90 дБ, настає помітне зниження слуху, що зникає приблизно через 1 рік після його припинення. Після декількох годин перебування під дією шуму інтенсивністю 115 дБ в осіб льотного і наземного обслуговуючого персоналу настає тимчасова втрата слуху в діапазоні середніх і високих частот, яка продовжується від декількох хвилин до декількох годин. Шум, який перевищує 120 дБ, дуже швидко викликає у людини втому, що настає вже через декілька хвилин і супроводжується помітним зниженням слуху. У кожному окремому випадку ступінь втрати слуху і тривалість періоду відновлення пропорційні рівню інтенсивності й тривалості дії.

Обслуговуючий персонал, що виконує ремонтні роботи в той час, коли працюють двигуни ПС, часто скаржаться на головні болі, втрату почуття рівноваги. У більшій частині спектру чутливих частот рівень шуму ПС із газотурбінними двигунами вищий, ніж з поршневіми. Високий рівень шуму від ПС із газотурбінними двигунами відноситься саме до тихий шумів, які особливо впливають на розбірливість мови, тобто шумів з частотами 300-3000 Гц.

Люди, що знаходяться поблизу працюючої силової реактивної або турбогвинтової установки, зазнають дії шуму, який перевищує допустимий рівень у багато разів.

Для того щоб мати уявлення про рівні шуму у безпосередній близькості від ПС з реактивними двигунами, можна навести такі дані. Максимальні пікові сумарні рівні звукового тиску (злітний режим), виміряні поблизу межі струменів газу на відповідних відстанях від зрізу сопів, складають: для авіадвигунів ПК-8 -157 дБ на відстані 8 м; Д-30 - 156 дБ на відстані 2-8,4 м; Д-2 ОП - 152 дБ на відстані 1-5 м.

За такої великої інтенсивності шум не тільки впливає на слух, але чинить й інші, психофізіологічні дії на людину. Усі частини тіла зазнають при цьому дію постійного тиску або відчуття пориву вітру; у кістках черепа, зубах тощо. Так само і в м'я-

ких тканинах носа і горла, виникають вібрації. При рівні шуму 140 дБ (поріг больового відчуття) і вище відчуття тиску підсилюється і поширюється по всьому тілу, а грудна клітка, м'язи ніг і рук починають вібрувати.

Коли рівень інтенсивності шуму досягне 160 дБ, може статися розрив барабанної перетинки. При рівні шуму близько 180 дБ починають руйнуватися заклепкові й зварні шви ПС.

При віддаленні працівника від реактивного сопла шуми зменшуються, але навіть на відстані 30 м рівень інтенсивності шуму сучасного пасажирського літака із реактивними двигунами досягає приблизно 125-135 дБ, а на відстані 100 м - 115-124 дБ.

Вивчення дії шуму, на організм людини необхідне також для безпеки польотів. Наприклад, шум в літаку здатний впливати на центральну нервову систему, в результаті чого можуть спостерігатися зниження уваги, уповільнення реакцій екіпажа. У процесі праці шум негативно відбивається також на такі функції людини, як пам'ять, мислення тощо. Відомо, що шум відвертає увагу людини від виконання точних робіт.

З метою зменшення шумової дії на довкілля при експлуатації ПС застосовуються наступні методи зниження авіаційного шуму:

1. Використовувати початкові і кінцеві ділянки траєкторій польоту літаків на ЗПС з метою відведення від зон максимального рівня шуму. В цілях зниження шуму може призначатися ЗПС відповідно для зльоту або посадки: це дозволяє літакам обходити уразливі до шуму зони на початковому етапі зльоту і завершальному - заходу на посадку (10-20 км.).

2. Використовувати пріоритетні за шумом маршрути, щоб літаки при вильоті і прибутті могли обходити зони, чутливі до дії шуму, які знаходяться під звичайними траєкторіями зльоту і заходу на посадку.

При встановленні таких маршрутів слід повністю враховувати критерії безпеки стандартних маршрутів вильоту і посадки відносно градієнтів набору висоти при подоланні перешкод та інших чинників.

3. Використовувати прийоми зниження шуму при зльоті або заході на посадку, що направлені на зведення до мінімуму загальної дії шуму на землі при одночасному дотриманні необхідного рівня безпеки польоту.

Засоби зниження шуму розробляються та вдосконалюються експлуатантом ПС для кожного типу літака. Ці прийоми призначені для зниження авіаційного шуму як в зонах прилеглих до аеропорту (аеродрому), так і в зонах віддалених від нього. Командир ПС має право прийняти рішення не виконувати відповідний засіб зниження шуму, якщо умови перешкоджають його безпечному застосуванню.

## Висновки

Таким чином, літакобудування та авіаційна галузь сьогодні збільшують свою частку в структурі пасажиро- та транспортних перевезень. Відтак посилюється проблема впливу авіаційного шуму на довкілля, людину та інфраструктуру. Існуючі нормативи потребують постійного моніторингу та вдосконалення що враховувало б технічну модернізацію авіаційного парку та обслуговуючої інфраструктури, появу нових ізоляційних матеріалів, захисних засобів та прийомів і методів пониження негативного впливу шуму.

## Список літератури

1. *Безпека авіації* / В.П. Бабак, В.П. Харченко, В.О. Максимов та ін.; За ред. В.П. Бабака. – К.: Техніка, 2004. – 584 с. ISBN 966-575-171-9.

2. Солдатов С.К. Человек и авиационный шум / С.К. Солдатов, В.Н. Зинкин, А.В. Богомолов, Ю.А. Кукушкин. – М.: Новые технологии, 2012. – 24 с. (Приложение к журналу «Безопасность жизнедеятельности». – № 10. – 2012. ISSN 1684-6435.

3. Охрана окружающей среды: Приложение 16 к Конвенции о международной гражданской авиации. Том 1 Авиационный шум/ ICAO. – Монреаль, 2014. – 205 с. ISBN 978-92-9249-600-5.

4. Фокин М.В. Оценка риска для здоровья населения от воздействия авиационного шума / М.В. Фокин [и др.] // Гигиена и санитария. 2009. – № 5. – С. 29–32. ISSN: 0016-9900.

Надійшла до редакції 1.12.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук, с.н.с. К.С. Нестеренко, Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету, Кіровоград.

## К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ АВИАЦИОННОГО ШУМА НА ЧЕЛОВЕКА

С.В. Бондарчук

*В статье рассматриваются некоторые вопросы о влиянии шума на человека, как вредного фактора, что возникает от воздушного судна и других механизмов, которые используются в гражданской авиации. Приведен механизм нормирования и стандартные значения показателей шума, показано влияние шума на органы и системы человека. Приведены рекомендации по уменьшению вредного воздействия шума на человека.*

**Ключевые слова:** шум, воздушное судно, авиационный транспорт, гражданская авиация.

## TO THE QUESTION OF THE INFLUENCE OF AIRCRAFT NOISE ON A HUMAN

S.V. Bondarchuk

*The article deals with the hazard of the influence of aircraft noise on a human. The paper also determines harmful factors which affect the nervous system and discloses mechanisms of determining qualitative and quantitative characteristics of aircraft noise. The article touches upon the issue of analyzing of the consequences that arise while operating of aircraft, assemblies and mechanisms applied in civil aviation, and have a harmful effect not only on aviation personnel but also on people who travel by air and live in settlements near airports.*

**Keywords:** noise, aircraft, air transport, civil aviation.

УДК 681.563.5:669.58

Л.І. Бугрім, І.С. Білюк

Національний університет кораблебудування ім. адм. С.Й. Макарова, Миколаїв

## КОМБІНОВАНА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ГАРЯЧОГО ЦИНКУВАННЯ

*Запропонована математична модель комбінованої системи автоматичного регулювання процесу гарячого цинкування. Комбінована система регулювання необхідна для точного підтримання температури стінки ванни, щоб забезпечити необхідну якість виробів. Виконано розрахунок коефіцієнтів математичної моделі. Одержано передаточну функцію коригувального пристрою комбінованої системи автоматичного регулювання температури зовнішньої стінки ванни для гарячого цинкування. Розроблено імітаційну модель системи регулювання. Отримано перехідні характеристики температури стінки ванни для гарячого цинкування. Виконано порівняльний аналіз перехідних процесів системи з коригувальним пристроєм та без нього. Показано, що застосування комбінованої системи регулювання дозволяє істотно підвищити якість процесу цинкування.*

**Ключові слова:** цинкування, комбінована система автоматичного регулювання, коригувальний пристрій, імітаційна модель.

## Вступ

Будь-який метал потребує створення захисного покриття від іржі, корозії та інших шкідливих впливів,

здатних зруйнувати виріб. У світовій практиці з металевих покриттів найчастіше використовуються цинкові. Головними причинами, що обумовлюють вибір на користь цинкових покриттів для виробів з металу, є