

В. А. Глива, д-р техн. наук, Б. Д. Халмурадов, канд. мед. наук, С. М. Занько  
(Національний авіаційний університет),  
І. М. Подобєд, канд. техн. наук (ДУ «ННДПБОО»)

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРАЦІВНИКІВ АЕРОПОРТІВ, ВИРОБНИЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ ТА ГОЛОВНІ НАПРЯМИ ЙОГО ЗНИЖЕННЯ**

*Вступ.* Розвиток мереж авіаційних сполучень в Україні, збільшення частоти руху повітряних суден обумовлює підвищення навантаження на персонал з обслуговування транспортних засобів, забезпечення керування повітряним рухом тощо. Наслідком цього є збільшення навантаження на психоемоційну сферу працюючих і підвищення впливу на них фізичних факторів виробничого середовища. Останнє обумовлюється зміною кількісного та якісного складу обладнання, що використовується у виробничих процесах, одночасно працюючих повітряних суден та постійною роботою з підвищеним навантаженням усіх аеродромних систем. Одним із головних чинників впливу на працюючих є електромагнітні поля та випромінювання майже усього частотного спектра, що потребує ретельного дослідження їх кількісних значень та визначення умов їх мінімізації

*Сучасний стан проблеми.* На сьогодні умовам праці персоналу аеропортів приділяється значна увага, втім більшість досліджень з цієї проблематики присвячено таким питанням, як зниження рівня авіаційного шуму [1, 2], шкідливих викидів від авіадвигунів [3, 4]. Однак вищезазначені фактори майже не впливають на умови праці персоналу з керування повітряним рухом. Головним чинником впливу як на умови праці, так і на увесь персонал аеропортів є електромагнітні поля та випромінювання, що обумовлене розташуванням джерел їх формування та високою проникністю.

Дослідження щодо впливу електромагнітного фактора на працюючих у зоні аеродрому мають поодинокій характер і стосуються, в основному, високочастотного – надвисокочастотного діапазонів (ВЧ-НВЧ) об'єктів мобільного зв'язку, робочі частоти яких припадають на ці діапазони [5, 6].

Проте, специфікою формування електромагнітної обстановки на територіях аеропортів та їх околицях є наявність широкого спектра електромагнітних випромінювань, генерованих радіотехнічними засобами керування повітряним рухом, радіонавігації, посадки тощо.

Інтегральне електромагнітне навантаження визначається, виходячи з фактичних значень напруженості електричних та магнітних складових електромагнітних полів та густин потоків енергій електромагнітних випромінювань, генерованих технічними засобами, принципу

суперпозиції та гранично допустимих рівнів цих факторів для кожного діапазону частот [7].

Отримання необхідних вихідних даних можливе з використанням розрахункових методів, регламентованих чинною методикою визначення електромагнітних полів ВЧ-НВЧ діапазонів [8] і технічної документації на радіотехнічні об'єкти.

Втім, досвід проведення подібних досліджень показав значні розбіжності результатів розрахункових методів і натурних вимірювань, які перебувають за межами припустимих похибок. Як правило, розраховані значення кількісних характеристик електромагнітних полів та випромінювань нижчі за виміряні. При чому виміряні значення характеристик електромагнітних полів та випромінювань є різними для аналогічних радіотехнічних засобів.

Ці розбіжності пояснюються низкою таких причин:

- непередбачуваність інтенсивності випромінювань «паразитних» пелюсток діаграм спрямованості випромінювачів, врахування яких є обов'язковим згідно з вимогами державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів [9];

- у багатьох випадках у точках визначення рівнів електромагнітних випромінювань спостерігається вплив інших технічних засобів, який не може бути передбачений.

Особливістю формування електромагнітної обстановки в аеропортах, розташованих у межах населених пунктів, є вплив на неї базових станцій мобільного зв'язку та вплив радіотехнічних об'єктів аеропортів на обстановку у зонах житлової забудови. Робочі частоти радіотехнічних засобів аеропортів УВЧ-діапазону та базових станцій мобільного зв'язку дуже близькі та не розділяються стандартними вимірювальними приладами. Втім, гранично допустимий рівень випромінювань цих частот для аеродромного обладнання становить  $10 \text{ мкВт/см}^2$  [3], а відповідний показник для базових станцій мобільного зв'язку дорівнює  $2,5 \text{ мкВт/см}^2$  [7]. Це обумовлює необхідність окремого визначення внеску цих джерел у загальний електромагнітний фон з використанням високоточного повіреного обладнання високої роздільної здатності (селекція частот).

Для отримання коректних даних щодо електромагнітної обстановки на території аеропорту та прилеглих територій використання тільки інструментальних методів недоцільне. Це обумовлюється великими обсягами та часом проведення необхідних робіт. Найбільш раціональним є проведення натурних вимірювань у критичних точках навколо радіотехнічних об'єктів і використання отриманих результатів для уточнення необхідних коефіцієнтів відповідних математичних функцій розрахункових методів та граничні (початкові) умови.

*Метою роботи* є визначення реальних значень електромагнітних випромінювань радіотехнічних засобів аеропорту та надання

практичних, науково-обґрунтованих рекомендацій з мінімізації їх впливу на працюючих.

Практично в усіх аеропортах України використовується однотипне обладнання забезпечення польотів. Певним винятком є аеродром аеропорту м. Львова, який фактично об'єднаний з військовим аеродромом «Скнилів». Саме з цієї причини для проведення досліджень було обрано аеродром «Львів». Він характеризується таким складом парку повітряних суден: цивільні літаки – А-320, А-319, В-767, В-737, МД-83, АТR-42, F-100 тощо, а також військові – СУ-7 і МіГ-29. Вказаний парк повітряних суден потребує збільшення кількості джерел електромагнітного випромінювання.

Номенклатуру джерел електромагнітних випромінювань аеродрому «Львів» наведено у табл. 1.

Таблиця 1

*Джерела електромагнітних випромінювань аеродрому «Львів»*

Тип засобу, магнітне схилення, тип операцій	Позначення	Частота, МГц	Години роботи	Перевищення передавальної антени DME	Примітки
VOR/DME	LIV	115,50	Н24	333.5M/1094FT	
LOC 13 ILS CAT II	ILO	109,50	Н24		
GP		332,60	Н24		3 <sup>0</sup> , RDH 15.0 m
LOC 31 ILS CAT II	ILV	110,30	Н24		
GP		335,00	Н24		3 <sup>0</sup> , RDH 15.0 m

де VOR – спрямований за усіма напрямками азимутальний радіомаяк;  
DME – спрямований за усіма напрямками дальномірний радіомаяк;  
LOC – курсовий радіомаяк;  
GP – глісадний радіомаяк.

Окрім зазначеного, використовуються оглядовий локатор (АТСR) та автоматичний радіопеленгатор (АРП).

Попереднє оцінювання рівнів електромагнітних випромінювань усіх радіотехнічних засобів виконувалося за методикою [8]. Отримані розрахункові дані дали змогу визначити найбільш критичні точки робочих зон аеродрому, у яких було проведено натурні вимірювання. Вимірювання виконувалися повіреним вимірювачем густини потоку енергії ПЗ-31.

Вимірні рівні електромагнітних випромінювань для радіотехнічних засобів забезпечення польотів на висоті 1,8 м над поверхнею землі та відстанях 0...400 м від центру основи передавальних антен становлять:

Радіомаяк DVOR/DME .....	8,22...0,31 В/м,
Курсовий радіомаяк (СП-200) .....	9,0...0,17 В/м,
Глісадний радіомаяк (СП-200) .....	0,68...0,09 мкВт/см <sup>2</sup> ,
Автоматичний радіопеленгатор (АРП-75) ....	0,36...0,04 мкВт/см <sup>2</sup> ,
Оглядовий радіолокатор (Р-25 Вт) .....	10,48...1,13 мкВт/см <sup>2</sup> .

Враховуючи, що згідно з нормами проектування об'єктів керування повітряним рухом, радіонавігації і посадки ВСН-7-86 зони обмеження забудови визначені у межах:

- курсів радіомаяки – у робочому секторі  $\pm 30^{\circ}$  та у критичних зонах;
- глісадні радіомаяки – 1000 м у робочому секторі  $\pm 30^{\circ}$ ;
- оглядові радіолокатори аеродромні – 3000 м (обмежується кутом  $0,5^{\circ}$ ,  $h - 5$  м);
- радіомаяк DVOR/DME – 600 м

та гранично допустимі рівні, наведені у [7], для радіотехнічних засобів забезпечення польотів необхідно встановити захисні зони:

для радіомаяка DVOR/DME – санітарно-захисну зону радіусом 25 м, відраховуючи від полотна антени;

для курсового радіомаяка (СП-200) – санітарно-захисну зону радіусом 25 м у напрямку головного випромінювання;

для глісадного радіомаяка – санітарно-захисну зону радіусом 25 м у напрямку головного випромінювання;

для радіопеленгатора (АРП-75) – санітарно-захисну радіусом 25 м;

для оглядового радіолокатора – санітарно-захисну зону 30 м з центром у місці розміщення антени. Для будівель заввишки 25 м і вищі радіус зони обмеження житлової забудови становить 220 м.

Визначені рівні електромагнітних випромінювань дозволяють дійти висновку про можливість зниження впливу цього фактору на працюючих до рівнів, нижчих за нормативні. Це реалізується за рахунок впровадження таких заходів:

розміщення антен станції на насипах (естакадах) або природних пагорбах;

обмеження використання від'ємних кутів нахилу антени.

Службові приміщення на території об'єкта слід розміщувати переважно в місцях, захищених від електромагнітного поля («радіотінь», «мертва зона»), і орієнтувати таким чином, щоб унеможливити опромінювання вікон і дверей, у разі необхідності – об'єкти слід екранувати.

Маршрути руху персоналу на території об'єкта слід установлювати таким чином, щоб унеможливити опромінювання при рівнях, що перевищують гранично допустимі.

Зони випромінювання з густиною потоку енергії вище 10 Вт/м<sup>2</sup> (1000 мкВт/см<sup>2</sup>) мають бути позначені спеціальними попереджувальними знаками.

При необхідності проведення робіт у зоні випромінювання антен з рівнями електромагнітного поля вищими за допустимі, мають застосовуватись пересувні захисні екрани та засоби індивідуального захисту (табл. 2).

Таблиця 2

*Застосовувані матеріали для виготовлення електромагнітних екранів*

Найменування матеріалу	ДСТ, ТУ	Розміри, мм	Ослаблення, дБ
Металевий лист, ст. 3	ДСТ 19903-74	20x1000x1,4	100
Фольга алюмінієва рулонна	ДСТ 618-73	Шир. 460...600	80
Фольга мідна рулонна	ДСТ 5638-75	Шир. 20.....150 Товщина 0,8	80
Сітка сталева тканна	ДСТ 5336-73	Товщина 0,3...1...1,3	30
Радіозахисне скло з напівпровідниковим покриттям з однієї чи обох сторін	ТУ-21-54-41-79	1000x2000x6	20...40...40
Тканина бавовняна з мікропроводом, арт. 6911	ОСТ 17-28-70	Ширина 930	20...40
Аморфний металевий сплав	ММ – 11N	Товщина 20...50мкм	60....80

*Висновки та перспективи досліджень*

1. Рационалізація планування та впровадження захисту персоналу аеропортів від впливу електромагнітних полів і випромінювань досягається як розрахунковими, так і експериментальними методами визначення випромінюваних спроможностей радіотехнічного обладнання аеродромів із визначенням інтегральних кількісних показників.

2. Фактичні рівні електромагнітних випромінювань обладнання, що використовується у системах управління повітряним рухом, дозволяють знизити їх вплив на працюючих за рахунок відповідного їх розміщення та створення зон перебування працюючих.

3. Персонал, який перебуває у безпосередній близькості до джерел генерації електромагнітних полів (наприклад, магнетронів радіолокаційних станцій), доцільно захищати з використанням спеціальних електромагнітних екранів (штатні корпуси і дверцята електронного обладнання не завжди забезпечують їх електорогерметизацію), конфігурація та матеріал для виготовлення екрана обирається відповідно до фактичного рівня випромінювання).

4. Виконана робота є першим етапом забезпечення електромагнітної безпеки усього персоналу аеропорту.

5. Враховуючи широкий частотний спектр електромагнітних полів та випромінювань, а також певну непередбачуваність їх поширення,

доцільно проводити вимірювання кількісних характеристик цих факторів (включно з електромагнітними полями промислової частоти 50 Гц) у приміщеннях диспетчерських служб аеропортів і визначати їх відповідність санітарним нормам і правилам для цієї категорії працюючих.

6. Такі роботи доцільно виконувати на комплексній основі, тобто з одночасним контролем інших фізичних факторів (шум, іонізація повітря тощо), що обумовлюється певною взаємозалежністю рівнів електромагнітних полів та іонізацією (деіонізацією) повітря, рівнем шуму й потужністю технологічного обладнання, яке використовується авіадиспетчерами. Це є предметом подальших досліджень.

### Список літератури

1. Левченко Л. О. Моделювання розповсюдження авіаційного шуму поблизу аеропортів та його вплив на оточуюче середовище / Л. О. Левченко, В. А. Глива, О. Я. Євтушок // Теорія і практика будівництва. – 2010. – № 6. – С. 25–29.

2. Токарев В. І. Вдосконалення методики оцінки виробничих ризиків від впливу авіаційного шуму / В. І. Токарев, К. І. Кажан // Зб. наук. праць «Проблеми охорони праці в Україні». – К.: ННДПБОП, 2011. – Вип. 20. – С. 77–87.

3. Запорожець О. І. Оцінювання забруднення атмосферного повітря на території та за межами аеропорту / О. І. Запорожець, Л. А. Загурська, К. В. Синило // Вісник НАУ. – 2008. – № 3. – С. 121–125.

4. Zaporozhets O. Monitoring and modeling of air pollution produced by aircraft engine emissions inside the Athens International Airport / O. Zaporozhets, K. Synylo // Вісник НАУ. – 2009. – № 4. – С. 59–64.

5. Вишняков М. Г. Исследование электромагнитных полей вблизи антенн цифровых систем передачи информации для целей электромагнитной безопасности: дис... канд. техн. наук: 05.12.07 / Вишняков Михаил Григорьевич. – Самара, 2002. – 258 с.

6. Никитина Н. Г. Гигиеническая характеристика условий труда персонала, обслуживающего радиолокационные системы (РЛС) / Н. Г. Никитина // Гігієна населених місць. – 2008. – Вип. 52. – С. 118–205.

7. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань: ДСН 239-96. – К.: МОЗ України, 1996. – 28 с. – (Державні санітарні норми України).

8. Методические указания по определению уровней электромагнитного поля средств управления воздушным движением гражданской авиацией ВЧ-, ОВЧ-, УВЧ- и СВЧ-диапазонов / Сост. М. Г. Шандала, Ю. Д. Думанский, Л. С. Иванов и др. – М., 1988. – 44 с.

9. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів (затв. МОЗ України 19.07.96 р.): К., 2002. – 56 с.

*Дата подання статті до збірника – 04.02.2014*