

УДК 621.318 : 006.82-049.5

Б.Д. Халмурадов<sup>1</sup>, Л.О. Левченко<sup>2</sup>, В.А. Глива<sup>1</sup>, Т.М. Перельот<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Національний авіаційний університет, Київ

<sup>2</sup> Національний технічний університет України «КПІ», Київ

## ПРОБЛЕМИ УЗГОДЖЕНОСТІ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ З ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ БЕЗПЕКИ

*Визначені невідповідності національної нормативної бази України з електромагнітної сумісності технічних засобів та електромагнітної безпеки. Встановлені розбіжності щодо дозволених рівнів електромагнітних полів у приміщенні і стійкості електронних технічних засобів до електромагнітних впливів. Виявлено некоректності методики сертифікаційних випробувань технічних засобів щодо їх емісійних властивостей та стійкості до зовнішніх електромагнітних полів. Запропоновано низку заходів усунення виявлених невідповідностей. Визначено методологічні підходи до імплементації вимог європейської директиви з електромагнітної безпеки у національну нормативно-правову базу.*

**Ключові слова:** нормативна база, електромагнітна сумісність, електромагнітна безпека.

### Вступ

Незалежність розвитку галузей електромагнітної безпеки та надійності функціонування технічних засобів (електромагнітної сумісності) в Україні викликає труднощі у практичній діяльності з монтажу та експлуатації електричного та електронного обладнання.

Наслідком певної електромагнітної несумісності обладнання, тобто взаємного впливу приладів через генеровані ними електромагнітні поля та випромінювання, в умовах сучасної насиченості електричними та електронними технічними засобами виробничих, навчальних, житлових приміщень є появи побічних електромагнітних ефектів: негативного впливу на здоров'я людини та нестабільність функціонування техніки.

Забезпечення електромагнітної сумісності та електромагнітної безпеки є двоєдиною задачею.

Для удосконалення нормативної бази цих галузей в Україні необхідно ретельно переглянути існуючі нормативи, провести наукові дослідження причин появи цих негативних ефектів та надати рекомендації щодо удосконалення нормативної бази.

Деякі аспекти зазначеної проблеми вже розглядаються як фахівцями-електротехніками, так і спеціалістами в галузі електромагнітної безпеки [1, 2].

Згідно спеціальної загальноєвропейської директиви [3] переважна більшість загальноєвропейських нормативів з електромагнітної сумісності підкріплені відповідними вимогами з безпеки населення і працівників (Директиви ЄС 89/391/ЄЕС [4], 90/270/ЄЕС [5] тощо).

Наприклад, міжнародний норматив щодо допустимих рівнів наводок у низькочастотних прові-

дниках при використанні громадських низьковольтних систем електропостачання [6] свідчить про зростання сприйняття мереж електроживлення як одного з чинників негативного впливу на людину.

**Метою даної статті** є здійснення аналізу невідповідності нормативної бази сучасним вимогам та пропозиції щодо коригування нормативно-правових актів з електромагнітної сумісності і безпеки.

### Результати досліджень

Актуальним є аналіз вимог чинної нормативної бази з електромагнітної безпеки та електромагнітної сумісності технічних засобів і надання практичних, науково обґрунтованих рекомендацій щодо їх узгодження та основних напрямків удосконалення.

На сьогоднішній день національна нормативна база з електромагнітної безпеки, наприклад [7], перебуває на сучасному рівні і відповідає, в основному, міжнародним вимогам у цій галузі.

Винятком, за деякими положеннями, є нормування електромагнітних параметрів виробничого середовища користувачів засобів обчислювальної техніки [8].

В той же час, комплекс стандартів з електромагнітної сумісності електричної та електронної апаратури має низку суттєвих недоліків. Значною мірою це обумовлено тим, що велику частину цих нормативів складають чинні міждержавні стандарти, які не відповідають сучасним вимогам і ґрунтуються на застарілій науково-технічній базі. Навіть державні стандарти України, прийнятні за часи незалежності, практично еквівалентні відповідним міжнародним нормативам і не враховують реальний стан і структурну побудову систем передачі та розподілу електроенергії, монтаж силової електро-

мережі будівель тощо. Це ускладнює їх практичне використання як у частині підвищення стабільності функціонування технічних засобів, так і забезпечення електромагнітної безпеки працівників.

Особливо це стосується галузей, що розвиваються найбільш динамічно, – комп'ютерної техніки, інформаційних мереж та засобів цифрового зв'язку [9].

Чинний стандарт щодо рівнів радіозавад від обладнання інформаційної техніки [10] розглядає діапазон частот 0,15 – 1000 МГц. При цьому схема випробувань передбачає наявність на відстані 0,4 м з тильного боку тестованого обладнання вертикального заземленого металевого листа. За такої методики не враховується, що лист для значної частини спектра перебуває у ближній зоні поля (зоні індукції). Це впливає з визначення ближньої зони:  $R \ll \lambda/2\pi$ , де  $\lambda$  – довжина електромагнітної хвилі,  $R$  – відстань до точки спостережень.

Якщо прийняти, що  $R$  у 10 разів менше ніж  $\lambda/2\pi$ , то для  $R=4$  м  $\lambda \approx 25$  м, що відповідає частотам до 12 МГц включно. Як показано у [11], електромагнітні поля відеомоніторів мають вигляд, притаманний електричному і магнітному диполям. Виходячи з дипольної моделі та принципу дзеркального відбиття, сумарні поля у точках вимірювань є сумою полів дійсного та протилежно спрямованого уявного диполів.

У цьому випадку наявність металевого листа спотворює реальні поля відеомоніторів на 5-10% в залежності від точки вимірювань. Така похибка є незадовільною навіть при виконанні сертифікаційних випробувань.

Попередні дослідження свідчать, що дипольну модель можливо розповсюдити і на інші технічні засоби (наприклад, джерела безперервного живлення), що є суттєвим як з точки зору електромагнітної безпеки працівників, так і електромагнітної сумісності технічних засобів.

Численні дослідження довели негативний вплив магнітних полів промислової частоти та її гармонік на людей. Ці ж поля впливають на працездатність обладнання, що розглядається нормативом [12]. Вимоги цього стандарту розповсюджуються на електричні та електронні вироби, зокрема, на комп'ютерну техніку. Причому остання підпадає під першу категорію жорсткості випробувань (стійкість до зовнішнього магнітного поля напруженістю  $H = 1$  А/м, що відповідає індукції  $B = 1,26$  мкТл у повітряному середовищі). Такий рівень жорсткості на сьогоднішній день явно незадовільний.

Як показано у [11], магнітні поля менших амплітуд (від 0,25 мкТл можуть викликати нестабільність роботи комп'ютерів. Проте, даний норматив цього не враховує, хоча у сучасному рекоменда-

ційному стандарті з сертифікації на ергономічність і безпечність дисплеїв (ТСО'03) [13], розроблених комітетом ТСО Development, який є частиною Шведської конфедерації профспілок, параметри випробуваних технічних засобів чітко регламентовано.

У чинному національному нормативі [14] вимоги до амплітудних значень магнітних полів у цьому діапазоні на робочих місцях взагалі не розглядаються, тобто випробування перетворюються у формальність та не гарантують безпеки працюючих. На цей факт звертають увагу фахівці Української державної системи сертифікації продукції. Сучасне обладнання комплектується імпульсними джерелами електроживлення, що автоматично призводить до появи у силовій мережі електрострумів частотою 150 Гц (третя вища гармоніка промислової частоти 50 Гц) і відповідних магнітних полів, проте чинні нормативні акти таке явище не розглядають і не враховують.

Це саме стосується й інтергармонік промислової частоти [15].

Аналогічні недоліки притаманні і іншим вітчизняним стандартам у цій галузі [16, 17]. Формальна відповідність міжнародним стандартам без узгодження з іншими нормативами, зокрема, з електромагнітної безпеки, ускладнює їх практичне використання та знижує їхню ефективність. Недостатня розробленість національної нормативно-правової бази з електромагнітної сумісності технічних засобів та охорони праці, чинність багатьох застарілих державних стандартів, будівельних норм і правил, санітарних норм, успадкованих з часів СРСР, вимагає ретельної гармонізації сучасних міжнародних стандартів.

Навіть достатньо сучасний норматив [14] посиляється на норми, які не тільки застаріли, але й суперечать введеним у дію пізніше. А стандарт щодо виконання робіт в умовах впливу електромагнітних полів частотою 50 Гц взагалі було скасовано ще 1996 року.

Ці правила розглядають електромагнітну безпечність виключно моніторів і не містять жодного посилання на стандарти з електромагнітної сумісності технічних засобів, що з огляду на зростаючу кількість допоміжних та периферійних пристроїв уявляється дуже актуальним.

Як вже зазначалося, в Україні відсутні нормативи з випромінювальних властивостей і стійкості структурованих кабельних систем до зовнішніх електромагнітних впливів.

У процесі досліджень автори неодноразово стикалися з ситуаціями, коли добре збалансовані, виконані з сучасних комплектуючих і ретельно протестовані інформаційні мережі функціонували незадовільно як з точки зору стабільності роботи,

так і швидкості передачі інформації. Причиною таких явищ є вплив зовнішніх фізичних факторів на компоненти мережі, виконаних з імпортованих комплектуючих, розрахованих на стійкість до електромагнітних полів значно нижчих рівнів.

Наприклад, стандарт EN 50082-1 [18] передбачає стійкість (immunity) кабельної мережі до наводок у 3 В/м від зовнішніх полів частотами 30-300 МГц, в той час як Правила [14] допускають рівні до 5 В/м.

Зауваження, що такі проблеми мають суто технічний характер не витримують критики.

Досвід експлуатації автоматизованих систем і дослідження проблеми забезпечення електромагнітної безпеки персоналу довели, що такі збої вкрай негативно впливають на психологічний та емоційний стан працівників і є фактором опосередкованого негативного впливу електромагнітних полів та випромінювань на людей.

Слід зауважити, що перелік, вміст та методологічні підходи до організаційно-технічних і санітарно-гігієнічних заходів з забезпечення електромагнітної сумісності технічних засобів та електромагнітної безпеки людей ґрунтуються на різних попередніх умовах. Емісійні властивості та стійкість обладнання щодо впливів електромагнітних полів та випромінювань повинні забезпечуватися на рівнях, достатніх для стабільного функціонування конкретних приладів та апаратних комплексів. Електромагнітна безпека людей, виходячи з принципу безпорогового впливу електромагнітних факторів антропогенного походження, анонсованого Всесвітньою організацією охорони здоров'я [19], повинна забезпечуватися на максимально досяжних рівнях з використанням попереджувальних заходів урахуванням умов життєдіяльності, праці тощо.

На сьогоднішній день в Україні розпочато процес імплементації вимог європейської директиви з електромагнітної безпеки [20] у національну нормативно-правову базу.

Така робота крім технічних труднощів може мати психологічну складову.

Наприклад, дозволені в Україні рівні випромінювань базових станцій мобільного зв'язку у 4 рази нижчі, ніж у країнах Євросоюзу. Не вдаючись до гігієнічної обґрунтованості національного нормування, підвищення гранично допустимих рівнів може викликати негативну реакцію суспільства. В той же час гранично допустимі рівні низькочастотних електромагнітних полів, закладені у міжнародні нормативи, набагато жорсткіші і практично недосяжні у багатьох виробничих та побутових будівлях.

Слід враховувати, що більшість міжнародних нормативів щодо електромагнітних впливів на біо-

логічні об'єкти оперують поглиненими потужностями та енергіями. Такі показники в Україні не використовуються, що потребує узгодження й метрологічної бази з контролю рівнів електромагнітних полів та випромінювань.

## Висновки

У процесі одночасної експлуатації різномірних електричних та електронних технічних засобів вітчизняного виробництва та провідних світових виробників можлива поява побічних електромагнітних ефектів, які знижують рівень електромагнітної безпеки працюючих і ефективність використання технічних засобів.

В Україні цю проблему можливо вирішити при досягненні відповідності низки нормативно-правових актів один одному та їх відповідності міжнародним актам.

Пропонуємо проводити розробку, коригування та впровадження національних нормативів за наступними напрямками:

- з електромагнітної безпеки людей;
- з охорони праці;
- з електромагнітної сумісності технічних засобів;
- з безпеки користувачів засобів обчислювальної техніки;
- з проектування та експлуатації інформаційних кабельних і безпроводних мереж;
- з метрології та методології сертифікаційних випробувань засобів обчислювальної техніки, іншого електронного та електричного обладнання,

з урахуванням:

- вимог відповідних міжнародних нормативів у цих галузях;
- вимог чинних державних стандартів, санітарних норм, будівельних норм і правил;
- особливостей систем передачі та розподілу електроенергії в Україні, реального стану електромереж та засобів зв'язку;
- сучасного рівня розвитку комп'ютерної техніки, засобів телекомунікації;
- технічних параметрів відповідної продукції та комплектуючих.

## Список літератури

1. Безменова Н.В. Обеспечение электромагнитной совместимости по магнитными полям промышленной частоты технических средств комплектных распределительных устройств систем электроснабжения: дис... канд. тех. наук: 05.09.03 / Н.В. Безменова. – Самара, 2012. – 155 с.
2. Глива В.А. Моніторинг та нормалізація фізичних факторів виробничого середовища при експлуатації автоматизованих систем: дис... докт. тех. наук: 05.26.01 / Глива Валентин Анатолійович. – К., 2012. – 355 с.

3. Council Directive 89/336/EEC of 3 May 1989 on the approximation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility.

4. Council Directive 89/391/EEC of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers.

5. Council Directive 90/270/EEC of 29 May 1990 on the minimum safety and health requirements for work with display screen equipment (fifth individual Directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/EEC).

6. ENV 61000-2-2 / Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 2: Compatibility levels for low frequency-conductor disturbances end signally in public low-voltage power supply systems.

7. ДСанПіН 3.3.6.096-2002 Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.

8. Lukyanchykov A.V. Electromagnetic Radiation Inside the Office Building of Airport / A.V. Lukyanchykov, V.A. Gliva // Aviation in the XXI-St sentry. Safety in aviation and space technologies: the fourth world congress, 21-23 Sept. – 20 log.: proceedings – K., 2010. – P. 101.22-101.25.

9. Мордачев В.И., Свистунов А.С. Необходимый и достаточный уровень мощности электромагнитного излучения базовых станций сети GSM / В.И. Мордачев, А.С. Свистунов // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. – 2013. – № 7. – С. 44-50.

10. ГОСТ 29216-91 Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от оборудования информационной техники. Нормы и методы испытаний.

11. Засоби підвищення безпечної експлуатації сучасного комп'ютерного обладнання / В.А. Глива, А.В. Лук'яничков, Л.О. Левченко, В.І. Клапченко, О.В. Панова // Проблеми охорони праці в Україні. – 2008. – Вип. 15. – С. 98 – 105.

12. ДСТУ 2465-94 Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до магнітних полів частоти мережі. Технічні вимоги і методи випробувань.

13. Standart for TCO'03 Display requirement // The Swedish Confederation of Professional Employees.- Stockholm, 2003. – 21 p.

14. НПОП 0.00-1.28-10 Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин.

15. Перельот Т.М. Гармоніки електричних струмів промислової частоти та їх вплив на електромагнітну обстановку у приміщеннях / Т.М. Перельот // Гігієна населених місць. – 2014. – № 64. – С.192 – 198.

16. ДСТУ 2793-94 Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до потужних електромагнітних завад. Загальні положення.

17. ДСТУ 2625-94 Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до загасаючого змінного магнітного поля. Технічні вимоги і методи випробувань.

18. ДСТУ EN 50082-1:2004 (EN 50082-1:1997 IDT) Електромагнітна сумісність. Загальний стандарт на несприйнятливність. Частина 1. Побут, торгівля та легка промисловість.

19. Establishing a dialogue on risks from electromagnetic fields. – Geneva: World health organization, 2004. – 67 p.

20. Directive 2013/35/EU of the European Parliament and of the Council of 26 June 2013 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields).

Надійшла до редколегії 29.07.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. М.І. Адаменко, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків.

## ПРОБЛЕМЫ СОГЛАСОВАННОСТИ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Б.Д. Халмуратов, Л.А. Левченко, В.А. Глива, Т.Н. Перелет

Определены несоответствия национальной нормативной базы Украины по электромагнитной совместимости технических средств и электромагнитной безопасности. Установлены разногласия относительно разрешенных уровней электромагнитных полей в помещении и стойкости электронных технических средств к электромагнитным влияниям. Обнаружена некорректность методики сертификационных испытаний технических средств относительно их эмиссионных свойств и стойкости к внешним электромагнитным полям. Предложен ряд мероприятий по устранению обнаруженных несоответствий. Определены методологические подходы к имплементациям требований европейской директивы по электромагнитной безопасности в национальную нормативно правовую базу.

**Ключевые слова:** нормативная база, электромагнитная совместимость, электромагнитная безопасность.

## PROBLEMS OF NORMATIVE BASE CO-ORDINATION ARE FROM ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY AND ELECTROMAGNETIC SAFETY

B.D. Khalmuradov, L.O. Levchenko, V.A. Gliva, T.M. Perelot

Disparities of national normative base of Ukraine are certain on electromagnetic compatibility of hardware's and electromagnetic safety. Disagreements are set in relation to the settled levels of the electromagnetic fields in an apartment and firmness of electronic hardware's to electromagnetic influences. Found out the tactlessness of method of certification tests of hardware's in relation to their emission properties and firmness to the external electromagnetic fields. The row of measures is offered on the removal of found out disparities. The methodological going is certain near implementing legislation of requirements of the European directive on electromagnetic safety in national normatively legal base.

**Keywords:** normative base, electromagnetic compatibility, electromagnetic safety.