

УДК 621.318 : 006.82-049.5

Б.Д. Халмурадов¹, Л.О. Левченко², В.А. Глива¹, Т.М. Перельот¹¹ Національний авіаційний університет, Київ² Національний технічний університет України «КПІ», Київ

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА БЕЗПЕКА ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

На основі аналізу національної і міжнародної нормативних баз в області електромагнітної безпеки і електромагнітної сумісності, експериментальних досліджень розроблені практичні, науково обґрунтовані рекомендації по підвищенню рівня електромагнітної безпеки і стабільності функціонування устаткування.

Ключові слова: електромагнітна сумісність, електромагнітна безпека, обладнання.

Вступ

Постійне зростання насиченості виробничих, навчальних, житлових приміщень електричними та електронними технічними засобами потребує постійного удосконалення організаційно-технічних і санітарно-гігієнічних заходів з підвищення рівня електромагнітної безпеки та надійності функціонування технічних засобів. Останнє значною мірою визначається електромагнітною сумісністю обладнання, тобто ступенем взаємного впливу приладів через генеровані ними електромагнітні поля та випромінювання. Не випадково це питання є предметом розгляду спеціальної загальноєвропейської директиви [1]. На її виконання було розроблено і введено у дію низку міжнародних нормативів, останній з яких [2] стосується допустимих рівнів наводок у низькочастотних провідниках при використанні громадських низьковольтних систем електропостачання, що свідчить про зростання сприйняття мереж електроживлення як одного з чинників негативного впливу на людину. Тому переважна більшість загальноєвропейських нормативів з електромагнітної сумісності підкріплені відповідними вимогами з безпеки населення і працюючих (Директиви ЄС 89/391/EFC, 2013/15/EEC, комплекс стандартів MPR II тощо). В той же час у багатьох країнах, зокрема, в Україні ці галузі розвиваються практично незалежно, що викликає значні труднощі у практичній діяльності з монтажу та експлуатації електричного обладнання. Така неузгодженість обговорюється та опрацьовується як фахівцями-електротехніками, так і спеціалістами з електромагнітної безпеки [3, 4]. Аналіз проведених досліджень довів, що забезпечення електромагнітної сумісності та електромагнітної безпеки є двоєдиною задачею. Узгодженість національних нормативів з електромагнітної сумісності та електромагнітної безпеки, пряме використання міжнародних стандартів (еквівалентних) значною мірою заважає впровадженню сучасних технологій в усі галузі господарства та підвищенню рівнів безпеки праці і життєдіяльності.

Метою роботи 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 напрямів удосконалення.

Результати досліджень

На сьогоднішній день національна нормативна база з електромагнітної безпеки, наприклад [5], перебуває на сучасному рівні і відповідає, в основному, міжнародним вимогам у цій галузі. Виключенням, за деякими положеннями, є нормування електромагнітних параметрів виробничого середовища користувачів засобів обчислювальної техніки [6].

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 електромережі будівель тощо. Це ускладнює їх практичне використання як у частині підвищення стабільності функціонування технічних засобів, так і забезпечення електромагнітної безпеки виробничників. Особливо це стосується галузей, що розвиваються найбільш динамічно, - комп'ютерної техніки, інформаційних мереж та засобів цифрового зв'язку [4, 7].

Чинний стандарт щодо рівнів радіозавад від обладнання інформаційної техніки [8] 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 λ – довжина електромагнітної хвилі, R – відстань до точки спостережень.

Вираз „набагато більший” зазвичай трактується як „більший на один порядок” (у 10 разів). Таким чином, для $R=4$ м $\lambda \approx 25$ м, що відповідає частотам до 12 МГц включно. Як показано, 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 металевих листів 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 роботоздатність обладнання, що розглядається відносно новим нормативом [10]. Вимоги цього стандарту розповсюджуються на електричні та електронні виробни, зокрема, на комп'ютерну техніку. Причому остання підпадає на 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 [9], магнітні поля менших амплітуд (від 0,25 мкТл викликають нестабільність роботи відеомоніторів, при цьому порогові значення такого явища залежать від технічних характеристик монітора. Проте даний норматив цього не враховує, хоча у сучасному міжнародному стандарті (ТСО'03) параметри випробування технічних засобів чітко регламентовано. У чинному національному нормативі [11] вимоги до амплітудних значень магнітних полів у цьому діапазоні на робочих місцях значно жорсткіші (0,25 мкТл), тобто випробування перетворюються у формальність та не гарантують безпеки працюючих. На цей факт звертають увагу фахівці з сертифікації. Сучасне обладнання комплектується імпульсними джерелами електроживлення, що автоматично призводить до появи у силовій мережі електрострумів частотою 150 Гц (третья вища гармоніка промислової частоти 50 Гц) і відповідних магнітних полів [12], проте чинні нормативні акти таке явище не розглядають і не враховують.

Аналогічні недоліки притаманні і іншим вітчизняним стандартам у цій галузі [13, 14]. 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 [11] посилається на норми, які не тільки застаріли, але й суперечать введеним у дію пізніше. А міжнародний стандарт щодо виконання робіт в умовах впливу електромагнітних полів частотою 50 Гц взагалі було скасовано ще 1996 році. Ці правила розглядають електромагнітну безпеку виключно моніторів на електронно-променевих трубках 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 швидкостей передачі інформації. Причиною таких явищ є вплив зовнішніх фізичних факторів на компоненти мережі, виконані з імпортованих комплектуючих, розрахованих на стійкість до електромагнітних полів значно нижчих рівнів. Наприклад, стандарт EN 50082-1 передбачає стійкість (immunity) кабельної мережі до наводок у 3 В/м від зовнішніх полів частотами 30-300 МГц, в той час як Правила [11] допускають рівні до 5 В/м. Зауваження, що такі проблеми мають суто технічний характер не витримують критики. Досвід експлуатації автоматизованих систем і дослідження з забезпечення електромагнітної безпеки персоналу довели, що такі збої вкрай негативно впливають на психологічний та емоційний стан працюючих 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, анонсованою Всесвітньою Організацією Охорони Здоров'я [15], повинна забезпечуватися на максимально досяжних рівнях з використання попереджувальних заходів, умов життєдіяльності, праці тощо.

Висновки

В одній роботі неможливо розглянути та виявити усі недоліки та невідповідності чинних нормативно-правових актів з електромагнітної безпеки людей та електромагнітної сумісності електричних та електронних технічних засобів. Проте на основі виконаного аналізу та проведених досліджень можна зробити кілька основних висновків.

Роботи з розроблення та коригування нормативної бази з електромагнітної безпеки людей та електромагнітної сумісності технічних засобів повинні виконуватися узгоджено, з урахуванням вимог відповідних міжнародних нормативів у цих галузях.

Використання міжнародних стандартів для розроблення національних нормативів повинне ґрунтуватися на їх гармонізації з чинними державними стандартами, санітарними нормами, будівельними нормами і правилами та урахуванням особливостей систем передачі та розподілу електроенергії в Україні, реального стану електромереж та засобів зв'язку.

Чинні нормативи з охорони праці користувачів засобів обчислювальної техніки потребують доопрацювання з урахуванням сучасного рівня розвитку комп'ютерної техніки, засобів телекомунікації і нормативної бази з електромагнітної безпеки та електромагнітної сумісності.

Потребують розроблення і впровадження національні нормативи з проектування та експлуатації інформаційних кабельних і безпроводних мереж з урахуванням технічних параметрів відповідної продукції та комплектуючих вітчизняного виробництва та пропонуваного провідними світовими виробниками.

Необхідна модернізація метрологічної та методологічної бази з сертифікаційних випробувань засобів обчислювальної техніки, іншого електронного та електричного обладнання і приведення їх у відповідність сучасним міжнародним вимогам.

Впровадження пропонувананих заходів значною мірою сприятиме як електромагнітній безпеці населення, так і підвищенню ефективності використання технічних засобів.

Список літератури

1. *The Electromagnetic Compatibility (EMC) Directive 89/336/EEC.*

2. *ENV61000-2-2/ Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part2: Environment – Section 2: Compatibility levels for low frequency-conductor disturbances end signally in public low-voltage power supply systems.*

3. Барабаш О.В. Питання узгодженості нормативної бази електромагнітної сумісності та електромагнітної безпеки засобів обчислювальної техніки / О.В. Барабаш, В.А. Глива, А.В. Лук'янчиков // Прикладна електроніка. Состояние и перспективы развития: 3 Межд. радиоэлектр. форум: 22-24 окт. 2008: – Т. VI. – X, 2008. – С. 159 – 162.

4. Кузнецов В.Г. Электромагнитная совместимость. Несимметрия и несинусоидальность напряжения / В.Г. Кузнецов, Э.Г. Куренный, А.П. Лютый. – Донецк: Норд-Пресс, 2005. – 250 с.

5. СНЗ.3.6.096 – 2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів

6. Левченко Л.О. Визначення та прогнозування електромагнітної обстановки у приміщеннях методом моделювання / Л.О. Левченко // Гігієна населених місць. – 2012. – Вип.60. – С. 186 – 191.

7. 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.

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

9. Панова О.В. Захист працюючих від впливу електромагнітних полів екрануванням: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01 / Панова Олена Василівна – К., 2014. – 151 с.

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

11. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин: НПОП 0.00-1.28-10. – [Чинний від 2010-19-04]. – К.: Держпромгірнагляд України, 2010. – 10 с.

12. Глива В.А. Моделювання просторових розподілів електромагнітних полів електротехнічного обладнання / В.А. Глива, Л.О. Левченко, Х.В. Паньків // Управління розвитком складних систем. – 2014. Вип. 20. – С. 174 – 179.

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

14. ДСТУ 2625 – 94 Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до згасаючого змінного магнітного поля. Технічні вимоги.

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

Надійшла до редколегії 29.07.2015

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

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

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

На основе анализа национальной и международной нормативных баз в области электромагнитной безопасности и электромагнитной совместимости, экспериментальных исследований разработаны практические, научно-обоснованные рекомендации по повышению уровня электромагнитной безопасности и стабильности функционирования оборудования.

Ключевые слова: нормативная база, электромагнитная совместимость, оборудование.

ELECTROMAGNETIC SAFETY AND ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF HARDWARES

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

On the basis of analysis national and international normative bases in area of electromagnetic safety and electromagnetic compatibility, experimental researches practical, scientifically-grounded recommendations are developed on the increase of electromagnetic strength and stability of functioning of equipment security.

Keywords: electromagnetic compatibility, electromagnetic safety, equipment.