

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА БЕЗПЕКА ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

Ю. Д. Думанський, докт. мед. наук (Інститут гігієни та медичної екології АМН України), О. І. Запорожець, докт. техн. наук, А. В. Лук'янчиков, інж. (Національний авіаційний університет МОН), В. А. Глива, В. І. Клапченко, кандидати технічних наук, Г. Ю. Краснянський, канд. фіз.-мат. наук (КНУБА)

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

On the basis of analysis national and international normative bases in the field of electromagnetic safety and electromagnetic compatibility and experimental research results the scientifically grounded practical recommendations on the increase of electromagnetic safety and operation stability of equipment are elaborated.

Вступ. Постійне зростання насиченості виробничих, учбових, житлових приміщень електричними та електронними технічними засобами потребує постійного удосконалення організаційно-технічних і санітарно-гігієнічних заходів щодо 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 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/ЄЕС, 90/27/ЄЕС, комплекс стандартів МРР III тощо). В той же час у країнах СНД, зокрема в Україні, ці галузі розвиваються практично незалежно, що викликає значні труднощі під час 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. Неузгодженість національних нормативів з

електромагнітної сумісності та електромагнітної безпеки, пряме використання міжнародних стандартів значною мірою заважає впровадженню сучасних технологій в усі галузі господарства та підвищенню рівнів безпеки праці та 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 напрямків удосконалення.

На сьогодні національна нормативна база з електромагнітної безпеки, наприклад [5], перебуває на сучасному рівні і в основному відповідає 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 (ГОСТи), які не відповідають сучасним вимогам і ґрунтуються на застарілій науково-технічній базі. Навіть державні стандарти України, розроблені за часи незалежності, практично еквівалентні відповідним міжнародним нормативам і не враховують реальний стан і структуру 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 вертикального заземленого металевого листа на відстані 0,4 м з тильного боку обладнання, що тестується. За такої методики не враховується, що лист для значної частини спектра перебуває у ближній зоні поля (зоні індукції). Це впливає з визначення ближньої зони:

$$R \ll \frac{\lambda}{2\pi},$$

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 довжина хвилі $\lambda \approx 25$ м, що відповідає частотам до 12 МГц включно. Як показано у [9], 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 індукованого протилежно спрямованого диполів. У цьому випадку наявність металевого листа спотворює реальні поля відеомоніторів на 5...10 % залежно від точки ви-

мірювань. Така похибка є незадовільною навіть при виконанні сертифікаційних випробувань. Попередні дослідження свідчать, що дипольну модель можна поширити 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 їх гармонік на людей. Ці ж поля впливають на роботоздатність обладнання, що регламентується відносно новим нормативом [10]. Вимоги цього стандарту поширюються 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 сьогодні явно незадовільний. Як показано у [9], магнітні поля менших амплітуд (від 0,25 мкТл) викликають нестабільність роботи відеомоніторів, при цьому порогові значення таких полів залежать від технічних характеристик монітора. Проте даний норматив цього не враховує, хоча у сучасному міжнародному стандарті (ТСО'03) параметри випробуваних 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 і не гарантують безпеки працюючих. На цей факт звертають увагу фахівці УкрСЕПРО. 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 [12], проте чинні нормативні акти таке явище не розглядають і не враховують.

Аналогічні недоліки властиві й 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 і знижує їх 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 гармонізації сучасних міжнародних стандартів. Навіть досить 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 в 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 є дуже актуальним.

Як уже 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 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. Твердження, 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, зміст та методологічні підходи до організаційно-технічних і санітарно-гігієнічних заходів щодо забезпечення електромагнітної сумісності технічних засобів та електромагнітної безпеки людей ґрунтуються на різних попередніх умовах. Емісійні властивості та стійкість обладнання до впливів електромагнітних полів і 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 використанням попереджувальних заходів.

Висновки. В одній статті 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 виконаний аналіз та проведені дослідження дозволяють 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.

Міжнародні стандарти, які використовуються при розробленні національних нормативів, повинні бути гармонізовані з чинними державними стандартами, санітарними нормами, будівельними нормами і правилами. При цьому повинні враховуватися особливості систем передачі та розподілу електроенергії в Україні, реальний стан 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 і комплектуючих вітчизняного виробництва та пропонованого 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 пропонованих заходів значною мірою сприятиме як електромагнітній безпеці населення, так і підвищенню ефективності використання технічних засобів.

1. *The Electromagnetic Compatibility (EMC) Directive 89 / 336 / EEC.*
2. *ENV 61000-2-2. Electromagnetic Compatibility (EMC) – P. 2: Environment. – Section 2: Compability levels for low frequency-conductor disturbances and signals in public low-voltage power supply systems.*
3. *Сливкин В. Г. Электромагнитная совместимость оборудования информационных технологий при воздействии импульсных электромагнитных помех: Дис... канд. техн. наук: 05.09.03 – Самара, 2004. – 212 с.*
4. *Ковтун І. М., Левченко Л. О., Глива В. А., Потапенко Г. Д. Актуальні напрямки підвищення рівня охорони праці та ефективності використання автоматизованих систем у сфері науково-технічної інформації // Вісник НТУУ „КПІ”. Серія „Гірництво”. – 2006. – Вип. 14. – С. 180–184.*
5. *СН 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.*
6. *Вільсон О. Г., Глива В. А., Григор'єв С. Ф., Потапенко Г. Д. Джерела електромагнітних випромінювань і електромагнітна безпека користувачів персональних комп'ютерів // Вісник НТУУ „КПІ”. Серія „Гірництво”. – 2003. – Вип. 8. – С. 158–163.*
7. *Думанський Ю. Д., Павлик В. М., Біткін С. В. Один з засобів зниження електромагнітного забруднення, створюваного цифровими системами рухомого зв'язку // Гігієна населених місць. – 2007. – Вип. 49. – С. 260–263.*
8. *ГОСТ 29216-91. Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от оборудования информационной техники. Нормы и методы испытаний.*
9. *Глива В. А. Методи забезпечення електромагнітної безпеки користувачів персональних комп'ютерів: Дис... канд. техн. наук: 0526.04. – К., 2006. – 155 с.*
10. *ДСТУ 2465-94. Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до магнітних полів частоти мережі. Технічні вимоги і методи випробувань.*
11. *ДНАОП 0.0.0-3.31-99. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин.*
12. *Глива В. А., Вільсон О. Г., Азнаурян І. О., Левченко Л. О. Магнітні поля невиробничого походження і засоби зменшення їх впливу на людей при експлуатації автоматизованих систем // Гігієна населених місць. – 2007. – Вип. 50. – С. 172–173.*
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.*