

УДК 539.421:620.179.17

Е.А. Дармофал¹, В.В. Коваленко², А.В. Русаловський²¹ Харківська державна академія фізичної культури, Харків² Національний авіаційний університет, Київ

ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ КОМП'ЮТЕРНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА БЕЗПЕКИ ПЕРСОНАЛУ В ЕНЕРГОНАСИЧЕНИХ БУДІВЛЯХ І СПОРУДАХ

Досліджено джерела електромагнітних впливів на стабільність роботи активного та пасивного комп'ютерного обладнання. Визначено її зв'язок з рівнем електромагнітної безпеки працюючих, зокрема з опосередкованим впливом електромагнітних полів та випромінювань на персонал. Визначено шляхи підвищення як стабільності функціонування технічних засобів так і електромагнітної безпеки в умовах високої енергонасиченості виробничого середовища. Запропоновано впровадження неперервного моніторингу електромагнітної обстановки з огляду на її змінюваність у просторі і часі.

Ключові слова: електромагнітна безпека, безпека персоналу.

Вступ

Актуальність проблеми. В останні роки підвищується залежність якісних та кількісних показників в усіх сферах адміністративної та виробничої діяльності від стабільності функціонування комп'ютерної техніки та інформаційних мереж. При цьому, за винятком програмного забезпечення, найбільша увага приділяється оновленню парку технічних засобів, забезпеченню безперебійного електроживлення, дублюванню відповідних функцій тощо. Поза увагою залишається той факт, що деякі збої у роботі обладнання обумовлені високою енергонасиченістю будівлі з застарілою системою електроживлення (наприклад TN - C) та великою кількістю нелінійних електроспоживачів, а також широким і складним спектром електромагнітних полів у приміщеннях. Такі збої несприятливо впливають на психологічний та емоційний стан працюючих. Це веде не тільки до нераціональної витрати робочого часу на додаткове тестування та перезавантаження обладнання, а й до помилок у роботі, що може мати негативні наслідки для виробничих процесів. Останнім часом на це звертають увагу як фахівці з експлуатації засобів обчислювальної техніки, так і спеціалісти з охорони праці [1, 2]. З'ясовано, що взаємний вплив сучасного телекомунікаційного та медичного обладнання може зашкодити здоров'ю людей [3].

Стан досліджень. Розгляд негативного впливу електромагнітних полів на якість роботи комп'ютерного обладнання як фактора опосередкованого впливу фізичних факторів на людей було започатковано авторами [1] і розвинуто у роботі [4]. Проте дані дослідження стосуються тільки впливу зовнішніх електромагнітних полів і випромінювань на роботу відеомоніторів та інформаційних комп'ютерних мереж. Поза увагою залишилися збої у роботі обладнання через негативні явища у системах електро-

живлення, некоректне підключення технічних засобів, їх розміщення тощо. Частково задачу зменшення рівнів магнітних полів у приміщеннях та запобігання забрудненню електромережі вищими гармоніками промислової частоти було запропоновано у роботі [5], проте не сформульовано загальних принципів зменшення опосередкованого негативного впливу фізичних факторів на працюючих.

Мета роботи полягає у визначенні основних чинників негативного опосередкованого впливу на людей через нестабільність функціонування технічних засобів в умовах високої енергонасиченості будівель та надання практичних рекомендацій щодо його зниження.

Методики та результати досліджень

Відомо, що зовнішні електромагнітні поля викликають спотворення зображення на екранах монітора та збої у мережах передачі інформації, що є опосередкованим впливом електромагнітних полів на користувачів. Особливостями таких негативних явищ є те, що їх прояви можуть мати різні причини. Якщо інформаційний кабель навіть сучасного монітора пролягає поблизу джерела безперебійного живлення, то магнітні поля такого порядку (навіть локалізовані у просторі і віддалені від робочого місця) ведуть до появи на екранах статичних або слабо рухливих смуг. Це було з'ясовано у реальних умовах експлуатації та підтверджено експериментами. Аналогічна ситуація спостерігається зі збоями і в інформаційних мережах. Збої виникають унаслідок впливів високочастотних джерел (0,9 – 2,4 ГГц) на короткі сегменти (2 – 3 м) кабелів інформаційної провідної мережі та полів промчастоти на довгі сегменти (більше 8 – 10 м). При цьому збільшення впливу відбувається за умови заземлення екрануючих оболонок у кількох місцях.

Таким чином, відсутність системного підходу до мінімізації впливу фізичних факторів на стабільність роботи обладнання знижує ефективність окремих технічних заходів щодо забезпечення необхідних параметрів його функціонування.

Існує думка, що вмикання технічних засобів через джерело безперебійного живлення гарантує захист обладнання від усіх можливих проблем у системах електроживлення [5]. Ця думка поширюється, в основному, компаніями, які виробляють і пропонують у торговій мережі такі вироби. Це не зовсім відповідає дійсності. Основною задачею систем безперебійного живлення є сумарна надійність, яка полягає у збереженні даних та унеможливлення простоїв у роботі. Крім того, збої у системах електропостачання сприяють появі струмів витoku та магнітних полів гігієнічно значущих рівнів.

Наші експериментальні дослідження показали наявність інтергармонік з частотами 25 та 12,5 Гц у мережі живлення комп'ютерного обладнання, що притаманне споживачам з нелінійними характеристиками.

Несинусоїдальність виникає через характер струму, що споживає пристрій. Синусоїда деформується через те, що у момент зростання сили струму збільшується падіння напруги на внутрішньому опорі мережі, що призводить до зменшення напруги живлення:

$$U_n(t) = U_m(t) - I(t) Z_M,$$

де $U_n(t)$ – спотворена напруга на клеммах навантаження, $U_m(t)$ – синусоїдальна напруга мережі живлення, $I(t)$ – імпульсний струм навантаження, Z_M – повний опір кола навантаження.

У результаті на клеммах нелінійного електроспоживача, а також решти електроспоживачів, ввімкнених паралельно, з'являється несинусоїдальна напруга, здебільшого так звана пласка синусоїда. В таких випадках значно погіршується умови роботи конденсаторів, які збирають гармоніки з усієї мережі (опір конденсатора обернено пропорційний частоті):

$$X_c = 1 / 2\pi KfC$$

де f – основна частота, K – порядок гармоніки, C – ємність конденсатора. Крім того, у конденсаторах втрати енергії пропорційні частоті:

$$\Delta W = 2\pi U^2 f C \tan \delta,$$

де δ – тангенс кута втрат. Тому несинусоїдальні струми ведуть до їх нагрівів.

Через підвищення теплового та електричного навантаження на ізолюючі поверхні можуть значно скорочуватися терміни експлуатації обладнання.

У місцях, де силові дроти і кабелі комп'ютерних мереж та телекомунікацій розташовані поряд, можливі значні завади у інформаційних мережах. При цьому найбільшу небезпеку складають гармоніки, кратні трьом. Якщо наведені вище чинники є

факторами опосередкованого негативного впливу на працюючих, то треті гармоніки являють загрозу через підвищені рівні магнітних полів у приміщеннях.

Датчики реєстрації рівнів магнітного поля розташовуються біля кабелю електроживлення або заземлення. Для виявлення незбалансованих струмів по фазному і робочому нульовому провідниках у місці, розташованому поза межами перебування персоналу, ці провідники просторово розділяються. При цьому біля кожного з них розташовується окремий датчик магнітного поля. Лініями зв'язку ці датчики підключаються до лінійних входів (Line – IN) звукових карт, де отримані сигнали обробляються програмою аналізу частотного спектра і виводяться на екран монітора у координатах «частота» - «сила струму». При цьому кількісні дані про амплітудні значення сили струму отримуються автоматичним перерахунком значень рівнів магнітних полів у значення струмів, які їх генерували, виходячи з фундаментальних фізичних принципів. Отримана інформація лініями локальної комп'ютерної мережі передається на сервер автоматизованої системи, де вона накопичується на дисковій пам'яті для подальшого аналізу щодо змін навантаження на мережу в часі і просторі. Попередження про появу і рівні незбалансованих електрострумів у мережі електроживлення та появу електрострумів у нульових захисних провідниках відбувається автоматично на екранах окремих моніторів або на екрані комп'ютера адміністратора локальної мережі чи іншої уповноваженої особи. При цьому попередження унаочнюється як про перевищення (чи появу) гранично допустимих значень електроструму, так і про перевищення амплітудних значень небажаних гармонік електроструму промислової частоти. Обладнання попередньо колібрується за допомогою відповідних генераторів імпульсів. Відносна похибка вимірювань не перевищує 3%.

Відомо, що для підвищення стабільності функціонування комп'ютерної техніки потрібне не тільки захисне заземлення, але й додатковий контур-технологічна (логічна, схемна) земля. Наявність такого контуру урівнює потенціали технічних засобів. Проте при її монтажі часто використовують окремий заземлювач, що є помилкою. Якщо нульовий захисний провідник і контур зрівнювання потенціалів підключати до різних заземлювачів, то вони неминуче будуть мати різні опори. При виникненні короткого замикання фазного провідника на корпус дротами заземлення (занулення) буде протікати струм, обернено пропорційний сумі опорів. Враховуючи, що цього струму може бути недостатньо для спрацювання автоматики захисту, можливий не тільки вихід з ладу технічних засобів, а й ураження людей.

Реаліями сьогодення є масове використання бездротових комп'ютерних мереж. При цьому у одній будівлі, особливо офісній, таких мереж буває від

кількох до кількох десятків. Сумарний їх вплив на електромагнітну обстановку на сьогоднішній день не досліджено. Особливістю її формування є висока ймовірність перевищення гранично допустимого рівня у локальних зонах, визначення яких експериментальними методами досить проблематичне.

Це пояснюється необхідністю виконання великих обсягів вимірювань упродовж тривалого часу. Наші попередні дослідження свідчать, що зони максимальних щільностей потоків енергії та напруженостей електромагнітних полів дуже змінювані у просторі і часі. У таких умовах вважаємо за доцільне організацію неперервного моніторингу електромагнітної обстановки у будівлях і спорудах високої енергонасиченості з використанням засобів обчислювальної техніки та комп'ютерних мереж, задіяних у виробничих процесах.

Висновки

1. Забезпечення стабільності функціонування технічних засобів, особливо сучасного активного комп'ютерного обладнання, систем електроживлення та передачі інформації, слід розглядати як невід'ємну складову підвищення безпеки людей у будівлях і спорудах. Проводити періодичний або неперервний моніторинг стану електромереж та рівнів електромагнітних полів у робочих приміщеннях.

2. Введенню в експлуатацію обладнання безперебійного живлення повинне передувати комплексне технічне обстеження мережі електроживлення, характеру та потужності електронавантажень у будівлі і визначення необхідного рівня надійності. Для цього проводити моделювання просторового розподілу магнітних полів у окремих приміщеннях.

3. Необхідно уникати індуктивного впливу силової електромережі на інформаційну мережу шляхом їх просторового розмежування та екранування.

4. В умовах масового використання бездротових комп'ютерних мереж доцільно координувати роботи з електромагнітної безпеки, електромагнітної сумісності та технічного захисту інформації.

5. Перспективним уявляється проведення досліджень щодо рівнів електромагнітних випромінювань частот мобільного зв'язку та бездротових комп'ютерних мереж (1,8 – 2,2 ГГц) у виробничому середовищі з урахуванням змін потужностей випромінювань в умовах часткового радіоекранування та непередбаченого відбуття електромагнітних хвиль.

Список літератури

1. Обеспечение электромагнитной безопасности и электромагнитной совместимости компьютерной и офисной техники в реальных условиях эксплуатации / А.И. Афанасьев и др. – М.: Циклон-Тест, 2004. – 53 с.
2. Сливкин В.Г. Электромагнитная совместимость оборудования информационных технологий при воздействии импульсных электромагнитных помех: дис...канд. техн. наук: 05.09.03 / Сливкин Виктор Геннадиевич. – Самара, 2004. – 212 с.
3. Думанський Ю.Д. Гігієнічні аспекти електромагнітної сумісності базових станцій стільникового мобільного зв'язку та медичних приладів / Ю.Д. Думанський, С.В. Біткін // Гігієна населених місць. – 2007. – Вип. 50. – С. 193-201.
4. Глива В.А. Моніторинг та нормалізація фізичних факторів виробничого середовища при експлуатації автоматизованих систем: дис. ...докт. техн. наук: 05.26.21; Глива Валентин Анатолійович. – К., 2012. – 320 с.
5. Кузнецов В.Г. Электромагнитная совместимость. Несимметрия и несинусоидальность напряжения / В.Г. Кузнецов, Э.Г. Куренный, А.П. Лютый. – Донецк: Норд-Пресс, 2005. – 250 с.

Надійшла до редколегії 2.03.2016

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

МЕРОПРИЯТИЯ По ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛА В ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ

Э.А. Дармофал, В.В. Коваленко, А.В. Русаловский

Исследованы источники электромагнитных влияний на стабильность работы активного и пассивного компьютерного оборудования. Определена ее связь с уровнем электромагнитной безопасности работающих, в частности с опосредствованным излиянием электромагнитных полей и излучений на персонал. Определены пути повышения как стабильности функционирования технических средств, так и электромагнитной безопасности в условиях высокой энергонасыщенности производственной среды. Предложено внедрение непрерывного мониторинга электромагнитной обстановки, учитывая ее сменяемость в пространстве и времени.

Ключевые слова: электромагнитная безопасность, безопасность персонала.

MEASURES ON INCREASE OF RELIABILITY OF WORK OF COMPUTER EQUIPMENT AND SAFETY OF PERSONNEL IN THE POWER RICH ABSORBENT BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

E.A. Darmofal, V.V. Kovalenko, A.V. Rusalovskiy

The sources of electromagnetic influences are investigational on stability of work of active and passive computer equipment. Its connection is certain with electromagnetic strength security workings, in particular with the mediated outpouring of the electromagnetic fields and radiations on a personnel. The ways of increase of both stability of functioning of hardwares and electromagnetic safety are certain in the conditions of high power rich absorbent of production environment. Introduction of the continuous monitoring of electromagnetic situation is offered, taking into account its replacement in space and time.

Keywords: electromagnetic safety, safety of personnel.