

УДК 539.421:620.179.17

Глива В.А., Клапченко В.І.,  
Теренчук С.А., Левченко Л.О.

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

**Актуальність проблеми.** Останнім часом підвищується залежність обсягів та якості виконуваних робіт в усіх сферах адміністративної та виробничої діяльності від надійності функціонування комп'ютерної техніки та інформаційних мереж. При цьому, за винятком програмних методів, найбільша увага приділяється оновленню технічних засобів, забезпеченню безперебійного електроживлення, дублюванню відповідних функцій тощо. Поза увагою залишається той факт, що деякі збої у роботі обладнання обумовлені високою енергонасиченістю будівлі зі складною структурою електроживлення та великою кількістю нелінійних електроспоживачів. Крім того, такі збої негативно впливають на психологічний та емоційний стан працюючих. Це веде не тільки до нерациональної 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.** Трактують 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 електроживлення, некоректне підключення технічних засобів, їх розміщення тощо. Частково задачу зменшення рівнів магнітних полів у приміщеннях та запобігання забрудненню підвідної 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 визначення 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.** Як зазначалося вище, зовнішні електромагнітні поля викликають тремтіння зображення на екранах монітора та збої у мережах передачі інформації, що є опосередкованим впливом електромагнітних полів на користувачів. Проте особливостями таких негативних явищ є той факт, що їх прояви можуть мати різні причини. Наприклад, тремтіння зображення на екранах традиційних моніторів (ЕПТ) може виникати під впливом зовнішнього магнітного поля промислової частоти індуктивність якого 250-300 нТл, але поля таких рівнів не впливають на якість зображення рідкокристалічних моніторів (РК). Якщо інформаційний кабель 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) інформаційних кабелів 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.

Поширена думка, що вмикання технічних засобів через джерело безперебійного живлення гарантує захист обладнання від усіх можливих проблем у системах електроживлення. Ця думка поширюється, в основному, компаніями, які виробляють і пропонують у торговій мережі такі вироби. Це не зовсім відповідає дійсності. Треба пам'ятати, що основною функцією джерел безперебійного живлення є захист обладнання від тривалих перерв енергопостачання. Проте 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 витоку та магнітних полів гігієнічно значущих рівнів.

Показано [5], що використання джерел безперебійного живлення подвійного перетворення значно знижує рівні забруднення силової електромережі струмами третьої гармоніки промислової частоти. Проте дуже часто мають місце необґрунтовані переходи блоків живлення на живлення від акумуляторних батарей. Це пояснюється їх високою чутливістю до стану

силової електромережі. З'ясовано, що причиною таких збоїв є похибки у монтажі та експлуатації силових мереж. В основному це невірне заземлення і занулення та несинусоїдальність напруги живлення. [6]. Такі спотворення напруги ведуть до втрат енергії та виходу з ладу електродвигунів, конденсаторних установок тощо. Проте цікавим є зв'язок цього явища з забезпеченням належних умов праці персоналу, зокрема, появою вищих та інтергармонік, обумовлених нелінійними характеристиками елементів та пристроїв живлення [6]. 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:

$$U_n(t) = U_m(t) - I(t) \cdot Z_m,$$

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):

$$X_c = \frac{1}{2\pi KfC}$$

де  $f$  – основна частота,  $K$  – порядок гармоніки,  $C$  – ємність конденсатора. Крім того, у конденсаторах втрачається енергія пропорційно частоті:

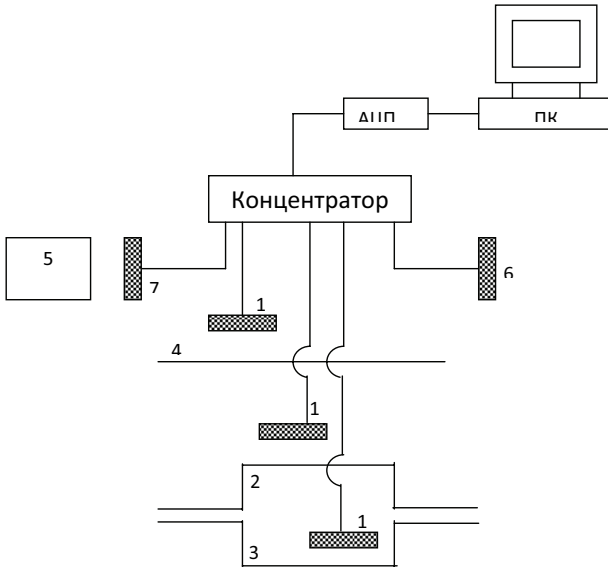
$$\Delta W = 2\pi U^2 f C \tan \delta,$$

де  $\delta$  – 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. Треті (та усі кратні трьом) гармоніки мають однакові фази, тому у нульових робочих провідниках струми додаються алгебраїчно (на відміну від фазних, де вони мають зсув на  $120^0$ ). Таким чином у нульових робочих провідниках виникають незкомпенсовані електроструми, які у 1,5 - 1,7 перевищують струми у фазних провідниках. Такі струми є джерелами магнітних полів гігієнічно значущих рівнів, тому вважаємо доцільним неперервний контроль електромагнітного оточення у приміщеннях за схемою, що зображена на рис. 1.



**Рис. 1.** Схема контролю системи електроживлення та рівнів магнітних полів: 6, 7 – датчики магнітного поля, 2, 3 – фазний та нульовий робочі провідники, 4 – нульовий захисний провідник, 5 – електроспоживач.

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 розмежовуються. При цьому біля кожного з них розташовується окремий датчик магнітного поля. Лініями зв'язку через конденсатор та аналого-цифровий перетворювач ці датчики підключаються до лінійних входів (Line-IN) звукових карт, де отримувані сигнали обробляються програмою аналізу частотного спектра і виводяться на екран монітора у координатах «частота» - «сила струму». При

цьому чисельні 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 у 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 відображається 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 занулення – 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, можливі не тільки вихід з ладу технічних засобів, а й ураження людей.

### **Висновки.**

1. Підвищення надійності функціонування технічних засобів, особливо сучасного активного комп'ютерного обладнання, систем електроживлення та передачі інформації, слід розглядати як невід'ємну складову підвищення безпеки людей у сучасних будівлях. Проводити періодичний або неперервний моніторинг стану електромереж та рівнів електромагнітних полів у робочих приміщеннях.
2. Введенню в експлуатацію обладнання безперебійного живлення повинно 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. Уникати індуктивного впливу силової електромережі на інформаційну мережу шляхом їх просторового розмежування та екранування.
4. Запропоновані заходи є складовою частиною експериментальної та теоретичної бази щодо удосконалення нормативів з електромагнітної сумісності і надійності обладнання та підвищення рівня безпеки праці та будівельних норм і правил.

**Предметом подальших досліджень** є з'ясування рівнів впливу атмосферної електрики на цілісні програмно-технічні комплекси та визначення шляхів їх знижень.

### Література

1. *А.И. Афанасьев, О.И. Карнаух, А.А. Сергиенко, А.А. Гуркевич; Под ред. А.А. Гуркевича.* Обеспечение электромагнитной безопасности и электромагнитной совместимости компьютерной и офисной техники в реальных условиях эксплуатации – М.: Циклон – Тест, 2004. – 53с.
2. *В.Г. Сливкин.* Электромагнитная совместимость оборудования информационных технологий при воздействии импульсных электромагнитных помех: Дис. канд. техн. Наук: 05.09.03 – Самара, 2004. – 212 с.
3. *Ю.В. Думанський, С.В. Біткин.* Гігієнічні аспекти електромагнітної сумісності базових станцій стільникового мобільного зв'язку та медичних приладів // Гігієна населених місць. – 2007. – Вип.50. – С. 193-201.
4. *В.А. Глива.* Методи забезпечення електромагнітної безпеки користувачів персональних комп'ютерів: Дис. канд. техн. наук: 05.06.04. – К.: 2006. – 155с.
5. *О.І. Запорожець, В.А. Глива, В.І. Кляпченко, Г.Д. Потопенко, А.В. Лук'янчиков.* Система електроживлення та електромагнітна безпека в енергонасичених будівлях і спорудах // Вісник національного авіаційного університету. – 2008. - №1. – С.113-116.
6. *В.Г. Кузнецов, Э.Г. Куренный, А.П. Лютый.* Электромагнитная совместимость. Несимметрия и несинусоидальность напряжения. – Донецк: Норд-Пресс, 2005. – 250с.

### Анотація

Досліджено основні чинники негативного впливу на людей нестабільності функціонування технічних засобів в умовах високої енергонасиченості будівель та надано практичні рекомендації щодо його зниження.