

carried out.. The result show that they may have a marked decrease in the levels of geomagnetic field. In the premises of JSC "Ukrtelecom" and KP "Gospkomobsluzhivanie" KSCA, where are the jobs of specialists are constantly working with the computer and switching equipment, the average values of the attenuation coefficient of geomagnetic field are $1,46 \pm 0,05$ times. In the server-shielded rooms, the average attenuation coefficient of geomagnetic field is $2,16 \pm 0,24$ times, because of the time of stay, meets SanPin 2.2.4.1191-03 (Russia). At the same time, "deep" Kiev subway stations decrease the geomagnetic field can be up to 8.5 times (st. University), with average values of 3.2 times (room attendants at the station) to 4.3 times (underground station platform), which does not comply with hygiene standards. In Ukraine, there is an urgent need to implement in existing national health rules and regulations governing the work under the impact of the weakened geomagnetic field, appropriate preventive measures are recommended.

УДК 538.69:331.35

ТЕХНІЧНЕ ТА МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБСТАНОВКИ У ПРИМІЩЕННЯХ

Левченко Л.О., Глива В.А.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Надзвичайна насиченість сучасних житлових, виробничих, адміністративних та учбових установ потужними електричними та електронними приладами, які генерують широкий спектр електромагнітних полів, потребує здійснення постійного контролю рівнів цих полів та своєчасного вживання заходів з їх зниження. Дієвим засобом прогнозування електромагнітної обстановки є її моделювання, але здійснення такого моделювання потребує наявності надійної первинної інформації, що дозволить отримати не тільки якісні, але й кількісні характеристики інтегрального електромагнітного поля.

Сучасний стан проблеми. Існує багато приладів, які дозволяють здійснювати такий контроль на задовільному рівні. Більшість з них потребує ручного керування і використовується, в основному, на підприємствах із заздалегідь високими рівнями магнітних та електромагнітних полів. В той же час в установах, де електромагнітне навантаження не регламентується спеціальними вимогами і використовується обладнання відносно малої потужності, цьому питанню не приділяється достатньої уваги. Проте дослідження останніх років [1,2] довели, що навіть комп'ютерна та офісна техніка, за умови її високої концентрації у приміщенні і

будівлі в цілому, створює електромагнітні поля гігієнічно значущих рівнів, які значно перевищують рівні, регламентовані відповідним нормативом [3]. Дослідження показали, що за наявності у приміщеннях великої кількості нелінійних споживачів (з імпульсними блоками живлення) у мережі електроживлення з'являються незбалансовані електроструми, які генерують значні магнітні поля промислової частоти та її гармонік. Особливістю цих полів, а також полів, генерованих іншими технічними засобами, є їхні часові та просторові зміни, які залежать від електронавантаження на обладнання та силову мережу. Таким чином, актуальною є задача неперервного контролю електромагнітних полів як у окремих приміщеннях, так і у будівлі в цілому, а також створення відповідних моделей для прогнозування змін електромагнітної обстановки у приміщенні.

Постановка задачі. Напрацювання щодо автоматичного моніторингу шкідливих фізичних факторів [4] дозволяють здійснювати неперервний контроль рівнів електромагнітних полів у оточуючому середовищі, проте існують кілька невизначених питань технічного та методичного характеру. Запропоновану у [2] структурну схему передачі інформації на автоматизоване робоче міс-

це з охорони праці (АРМ ОП) не завжди можна реалізувати за невеликої амплітуди отримуваних сигналів (внаслідок їх затування у лініях зв'язку). Крім того постає питання інтерпретації результатів моніторингу, а саме: врахування напрямків полів окремих джерел, їх додавання при визначенні сумарного поля у визначеній точці простору з урахуванням частотних смуг, регламентованих чинними нормативами [3,5]. Таким чином, потребує ретельного дослідження та доопрацювання загальна схема отримання, передачі та оброблення інформації при здійсненні неперервного моніторингу рівнів електромагнітних полів як у окремих приміщеннях, так і у будівлях різного призначення.

Метою роботи є розроблення надійної у реальних умовах експлуатації структурної схеми реєстрації, передачі та оброблення первинної інформації щодо рівнів електромагнітних полів у оточуючому середовищі для моделювання та прогнозування електромагнітної обстановки.

Сучасною тенденцією у використанні засобів обчислювальної техніки є створення комп'ютерних мереж, та повнофункціональних автоматизованих систем, що об'єднують усі комп'ютери підприємства. З огляду на це, доцільним є використання для цілей моніторингу технічних засобів, що функціонують у таких системах. Це має сенс як з технічної, так і економічної точок зору.

Реєстрація сигналів за методикою, описаною у [4] довела, що цей метод є найбільш прийнятним та забезпечує низькі (до 3%) відносні похибки вимірювань. Проте у реальних умовах роботи виникає кілька технічних проблем. По-перше, – затування сигналу у лініях зв'язку, по-друге, – низькі амплітуди сигналів від датчиків магнітних полів. Використовувані ферорезонансні датчики досить прийнятні для вимірювань рівнів низькочастотних магнітних полів. Ці датчики являють собою двоконтурні котушки із зустрічною намоткою (пояс Роговського), намотані на феритові стержні заданих властивостей. Проте, їхня калібрувальна крива (залежність чутливості датчиків від частоти зовнішнього поля) має немонотонний характер. Крім того частотні характеристики звукових карт, до яких датчики підключаються, обмежені (до 40 кГц). Сигнали (ЕРС), що ге-

неруються у таких котушках, порівняно невеликі, тому довжина ліній зв'язку не може перевищувати 5-6 метрів, що недостатньо для багатьох реальних ситуацій.

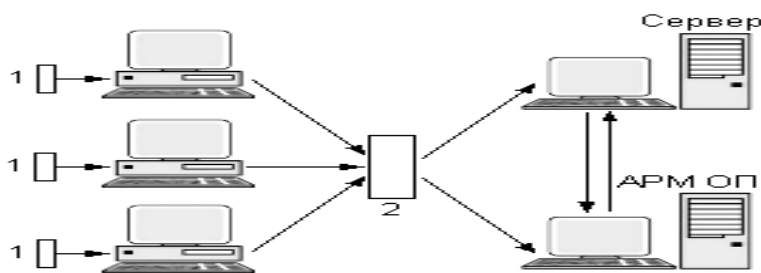
Дослідження характеристик датчиків магнітного поля різних конструкцій показали, що найбільш прийнятними вимірювачами низькочастотних полів є модуляційні індукційні датчики з осердями з аморфних висококобальтових сплавів.

Осердя виготовляється з тонких стрічок та піддаються термічній обробці (відпапу) при температурі 300°C, що значно підвищує магнітну проникність матеріалу осердя та робить петлю гістерезиса практично прямокутною. Це сприяє лінійності змін чутливості датчиків у полях низької частоти та амплітуди.

Крім того, подача на датчик опорного сигналу визначеної частоти та його модуляція полями вимірюваних частот дозволяє значно розширити діапазон частот зовнішніх полів, що контролюються. Це дуже важливо з огляду на те, що один з двох контрольованих піддіапазонів електромагнітних полів, генерованих засобами обчислювальної техніки (2 кГц – 400 кГц) значно ширший за можливості звукових карт персональних комп'ютерів. Для подачі опорного сигналу потрібен відповідний генератор, проте на сьогоднішній день для цього можна використовувати малогабаритну та дешеву мікросхему.

У структурній схемі моніторингу електромагнітних полів доцільно використовувати персональні комп'ютери, задіяні у виробничих та інших процесах та існуючу комп'ютерну мережу. Відповідні датчики підключаються до найближчого комп'ютера, що зменшує довжину ліній зв'язку. Через концентратор інформація передається на сервер мережі або на АРМ ОП, в залежності від обсягу інформації та поставлених задач (рис. 1).

Запропонована схема більш гнучка, дозволяє розширювати кількість точок контролю, а також, за необхідності, кількість відстежуваних параметрів (наприклад, рівнів шуму). Крім того така схема надійніша та дозволяє здійснювати контроль у віддалених точках.



1 – датчики магнітного поля, 2 – концентратор.

Рисунок 1. Структурна схема моніторингу електромагнітної обстановки.

Достовірне вимірювання чисельних значень магнітних та електричних складових електромагнітних полів є важливим метрологічним аспектом загальної задачі підвищення електромагнітної безпеки. Запропонований автоматизований комплекс є надійним у експлуатації та функціональним з точки зору розв'язуваних задач. Проте потребує уточнення інтерпретація результатів вимі-

рювань полів від множинних джерел. Як зазначалося [2], особливістю вимірювання індукції та напруженості E змінного електромагнітного поля є те, що вони визначаються повною енергією W , що переноситься через одиничну площину з напрямку, перпендикулярному цій площині. Ці величини зв'язані між собою фундаментальним співвідношенням:

$$W = k \int_{-\infty}^{+\infty} E^2(t) dt,$$

де k – коефіцієнт кратності. Таким чином, для множинних джерел:

$$W = W_1 + W_2 + \dots + W_n, \text{ тобто } E^2 \sim E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2.$$

При цьому для визначення напруженості електричного поля E та індукції магнітного поля B досить вимірювання однієї з цих величин. З технічних міркувань доцільніше вимірювати чисельні значення магнітного поля. Інша величина отримується автоматичним перерахунком, як передбачено у [5], виходячи зі співвідношень:

$$\mu \mu_0 H^2 = \varepsilon \varepsilon_0 E^2 \text{ та } B = \mu \mu_0 H,$$

де μ, ε – відповідно магнітна та електрична проникності середовища;

μ_0, ε_0 – магнітна та електрична сталі;

H – напруженість магнітного поля.

Вибір магнітної індукції для характеристики магнітних полів обумовлено тим, що саме цю характеристику закладено у спеціальний норматив безпечної експлуатації засобів обчислювальної техніки [3]. Наведений підхід потребує деякого уточнення. При виконанні вимірювань слід враховувати переважні просторові напрямки відповідних полів від довільно розташованих джерел. Використовувані датчики критичні до орієнтацій. Дослідження показали, що найбільш достовірний результат отримується за умови

додавання результатів вимірювань у трьох координатах: $E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$.

Певні труднощі у достовірності визначення електромагнітного навантаження на експлуатаційників автоматизованих систем викликають деякі невідповідності у нормативах з експлуатації комп'ютерної техніки [3] та при роботі з джерелами електромагнітних полів [5]. Останні не поширюються на працюючих з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, проте особливістю експлуатації авто-

матизованих систем є те, що значна кількість працівників задіяна у виробничих процесах, не пов'язаних з безпосередньою роботою біля моніторів. В той же час норматив [3] вимагає контролю електромагнітної обстановки у двох частотних піддіапазонах і визначає сумарні значення відповідних величин у них. Якщо з піддіапазоном 2 кГц – 400 кГц не виникає труднощів у інтерпретації результатів контролю, то для піддіапазону 5 Гц – 2 кГц вона неоднозначна. Відомо [4], що силові електромережі, допоміжні пристрої створюють у робочих приміщеннях електромагнітний фон гігієнічно значущих рівнів, що регламентується нормативом [5]. У цих санітарних нормах зазначено, що змінні електромагнітні поля частотою 50 Гц нормуються за магнітною (H) та електричною (E) складовими поля. Одиницями значень цих полів є, відповідно, А/м та В/м. При цьому у нормативі не розглядаються вищі гармоніки промислової частоти, третя з яких (150 Гц) при живленні компонентів автоматизованих сис-

тем може за амплітудою перевищувати основну.

Електромагнітні поля частотою 1 кГц – 300 МГц нормуються за інтенсивністю та енергетичним навантаженням електричних та магнітних полів, враховуючи час впливу.

Одиниці виміру – $\left(\frac{A}{m}\right)^2 \cdot \text{год}$ для магнітного поля та $\left(\frac{B}{m}\right)^2 \cdot \text{год}$ для електричного поля. Та-

ким чином, для коректного визначення фактичних параметрів полів на робочих місцях користувачів комп'ютерної техніки у піддіапазоні 5 Гц – 2 кГц слід робити відповідні перерахунки. Такі перерахунки доцільно виконувати у автоматичному режимі, що закладається у програмне забезпечення автоматизованого комплексу з моніторингу фізичних параметрів виробничого середовища. Найбільш прийнятним, на нашу думку, є використання для цього результатів аналізу частотного спектра контрольованих полів і розроблення відповідних тривимірних моделей для визначення смуг частот.

Висновки

Аналіз напрацювань щодо технічних засобів контролю електромагнітних полів та методик інтерпретації результатів вимірювань, проведені теоретичні та експериментальні дослідження дозволяють зробити кілька основних висновків.

Моніторинг електромагнітної обстановки у робочих приміщеннях доцільно здійснювати на неперервній основі з використанням компонентів автоматизованих систем (персональних комп'ютерів, концентраторів, ліній зв'язку тощо), що дає вихідні дані для побудови відповідних моделей.

Система реєстрації, передачі та накопичення отримуваної інформації повинна бути дворівневою або тривірневою (в залежності від кількості обладнання, що перебуває у експлуатації, кількості точок контролю електромагнітної обстановки та довжин ліній зв'язку).

Коректне визначення параметрів електромагнітних полів потребує врахування переважних напрямків полів множинних джерел. Найбільш прийнятним є вимірювання амплітудних значень одного з компонентів електромагнітного поля – індукції (напруженості) магнітного поля з його подальшим перерахунком у значення електричної складової.

Нагальною потребою підвищення якісного рівня неперервного моніторингу електромагнітної обстановки є розроблення прикладного програмного забезпечення щодо автоматичного перерахунку інтенсивностей та енергетичних навантажень у напруженості (індукції) магнітних та електричних полів у ультранизькочастотному діапазоні з урахуванням вищих гармонік електромагнітних полів промислової частоти.

Моніторинг електромагнітних полів доцільно здійснювати з використанням аналізу частотного спектра, що спрощує процедури розрахунку сумарних значень полів у визначених піддіапазонах та пошуку їх джерел.

Впровадження запропонованих заходів значною мірою сприятиме підвищенню електромагнітної безпеки та вдосконаленню технічної та методичної бази моніторингу фізичних параметрів оточуючого середовища, отриманню адекватних моделей просторових розподілів та динаміки електромагнітних полів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Афанасьев А.И. Обеспечение электромагнитной безопасности, устойчивости работы и электромагнитной совместимости компьютерной и офисной техники в реальных условиях её эксплуатации / А.И. Афанасьев, О.И. Карнаух, А.А. Сергиенко, А.А. Туркевич / Под ред. А.А. Туркевича. – М.: Циклон – Тест, – 2004. – 56 с.
2. Глива В.А. Моніторинг та нормалізація фізичних факторів виробничого середовища при експлуатації автоматизованих систем: дис...доктора техн. наук: 05.26.01 «Охорона праці» / Глива Валентин Анатолійович. – К., – 2012. – 327 с.
3. 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. – (Нормативний документ Держпромгірнагляду України).
4. Думанський Ю.Д. Патент 29576 Україна МПК G01R29/08, G-1H17/00. Автоматизований комплекс моніторингу фізичних параметрів виробничого середовища / Ю.Д.Думанський, О.І. Запорожець, С.О. Лук'яненко, О.О. Гагарін, В.А. Глива та ін. – заявники і патентоотримувачі; заяв. 10.12.2007; опуб. 10.01.2008, Бюл.№1.
5. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів: ДСан Пін 3.3.6.096-2002. [Чинний від 2003-01-04]. – К.: МОЗ України, – 2003. – 16 с. (Державні санітарні норми України).

ТЕХНИЧЕСКОЕ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ В ПОМЕЩЕНИЯХ

Левченко Л.А., Глива В.А.

Разработана структурная схема непрерывного мониторинга электромагнитной обстановки в реальных условиях эксплуатации электрического и электронного оборудования. Уточнена методика интерпретации регистрируемых сигналов и определения суммарных параметров электромагнитных полей.

THE TECHNICAL AND METHODOLOGICAL PROVIDING OF DESIGN AND PROGNOSTICATION OF ELECTROMAGNETIC SITUATION IS IN APARTMENTS

L.O. Levchenko, V.A. Glyva

The flow diagram of the continuous monitoring of electromagnetic situation is developed in the real terms of exploitation of electric and electronic equipment. The method of interpretation of the registered signals and determination of total parameters of the electromagnetic fields is specified.

УДК 613.164:613.644:628.517

**ВИЗНАЧЕННЯ ПОПРАВОК
ДЛЯ ГІГІЄНІЧНОЇ ОЦІНКИ ШУМУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ**

Семашко П.В.

ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ

Актуальність. На сьогодні доведено що, при однакових еквівалентних рівнях транспортних потоків, найбільш дратівливу дію мають шуми літаків цивільної авіації, а найменш дратівливу – шум залізничного транс-

порту. Шум автотранспортних потоків займає проміжну позицію [1-4].

Згідно з ГОСТ 31296.1-2005 (ІСО 1996-1:2003) [5] цей факт, у вигляді поправок, потрібно враховувати при гігієнічній оцінці шуму транспортних потоків в націо-