

МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ БЕЗПЕКИ КОРИСТУВАЧІВ ПЕРСОНАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРІВ

В. А. Глива, інж. (Київський національний університет будівництва і архітектури)

Рассмотрены методологические аспекты повышения электромагнитной безопасности пользователей персональных компьютеров. Установлено, что определение источников прямого и опосредованного воздействия этих полей на пользователей, правильный выбор методов измерений, их интерпретация и критерии оценки безопасности позволяют минимизировать воздействие электромагнитных полей и излучений на операторов до технически достижимого уровня.

Безпека праці користувачів персональних комп'ютерів (ПК) є на сьогоднішній день одним із пріоритетних напрямків розвитку охорони праці. Це пояснюється масовим поширенням ПК в усі види діяльності людини – від освіти до керування виробничими процесами гірничої та металургійної промисловості. Разом з тим ПК є джерелом шкідливих (або потенційно шкідливих) факторів впливу на користувача, що потребує ретельного дослідження чисельних рівнів цих факторів, їх впливів на людину та розроблення надійних, технічно і економічно обґрунтованих методів та засобів захисту від них.

Технічний бік загальної задачі зниження рівнів впливу шкідливих чинників на користувачів ПК полягає в їх мінімізації до технічно досяжних значень. Цьому питанню приділяється багато уваги фахівцями з охорони праці [1, 2], проте ці дослідження спрямовані на розв'язання досить вузьких задач, відповідно до профілю установи або підприємства, де ці дослідження проводилися, носять іноді комерційний характер і не враховують результати та методичні **наробітки** інших фахівців у цій галузі. Попередні дослідження [3, 4] показали, що для забезпечення електромагнітної безпеки користувачів ПК доцільно використовувати комплексний підхід, який базується на врахуванні не тільки реальних рівнів впливу на користувачів електромагнітних полів самого ПК, а й сторонніх полів та випромінювань. Такий підхід частково реалізовано у [5], проте не надано методичних рекомендацій щодо методів і методик, які дозволяють отримати достовірні дані про реальну електромагнітну обстановку на робочих місцях користувачів ПК. Ці дані є вихідним матеріалом для вживання заходів з підвищення електромагнітної безпеки користувачів ПК.

Ця робота має на меті сформулювати загальні методичні засади забезпечення електромагнітної безпеки користувачів ПК.

Першочерговою задачею при розробленні та впровадженні заходів з електромагнітної безпеки користувачів ПК є визначення найбільш критичних (високоамплітудних) факторів (джерел) впливу електромагнітних полів та випромінювань на користувачів. Такі випромінювання з боку засобів

обчислювальної техніки як рентгенівське, ультрафіолетове та інфрачервоне на сьогоднішні не є критичними з точки зору їх інтенсивності на робочих місцях користувачів. Це пояснюється досконалістю сучасних відеомоніторів і підтверджується дослідженнями. Така ж ситуація з електричним потенціалом відеомоніторів на електронно-променевих трубках (при нормативному підключенні ПК до мережі електроживлення).

Проте актуальною є задача захисту користувачів від впливу змінних електромагнітних полів, генерованих як блоками самих ПК, так і сторонніми джерелами (в основному мережами електроживлення промислової частоти 50 Гц) та потужними електроспоживачами.

Точне і достовірне вимірювання чисельних рівнів цих полів є важливим метрологічним аспектом загальної задачі підвищення електромагнітної безпеки. Надійним і функціональним є метод динамічного контролю електромагнітних полів на робочих місцях користувачів ПК [6], проте потребує уточнення інтерпретація результатів вимірювань при груповому розміщенні ПК у приміщеннях. Особливістю визначення рівня напруженості змінного електричного поля E (як і індукції змінного магнітного поля B) є те, що вона визначається повною енергією W , що проходить через одиничну площадку у напрямку, перпендикулярному цій площадці. Ці величини зв'язані між собою співвідношенням

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

Таким чином, якщо одне з джерел (відеомонітор) створює на робочому місці напруженість електричного поля $E_1 = 2$ В/м у діапазоні частот 2...400 кГц, а сусідній, більш віддалений монітор – напруженість $E_2 = 1$ В/м, то сумарна напруженість $E_{\text{заг}}$ у цій точці, навіть за умови несприятливих орієнтацій, становитиме не 3 В/м (при гранично допустимому значенні для цього діапазону 2,5 В/м), а таким, що визначається співвідношенням

$$W_{\text{заг}} = W_1 + W_2,$$

тобто

$$E_{\text{заг}}^2 = E_1^2 + E_2^2$$

і дорівнює 2,2 В/м, що істотно нижче за гранично допустимий рівень. Цей факт не враховувався у національних нормативних актах з охорони праці користувачів ПК.

При цьому для визначення напруженості електричного поля E та індукції B досить вимірювання однієї з величин, виходячи з фундаментального співвідношення

$$u = \frac{B^2}{\mu_0 \mu} = \varepsilon_0 \varepsilon E^2,$$

де u – об'ємна густина енергії електромагнітного поля; $\varepsilon_0 \mu_0$ – електрична та магнітна стала; ε – діелектрична проникність середовища; μ – магнітна проникність середовища.

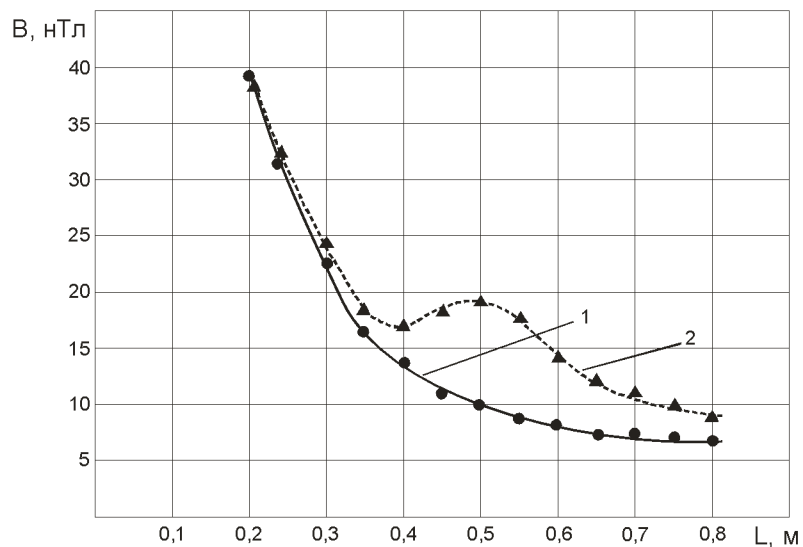
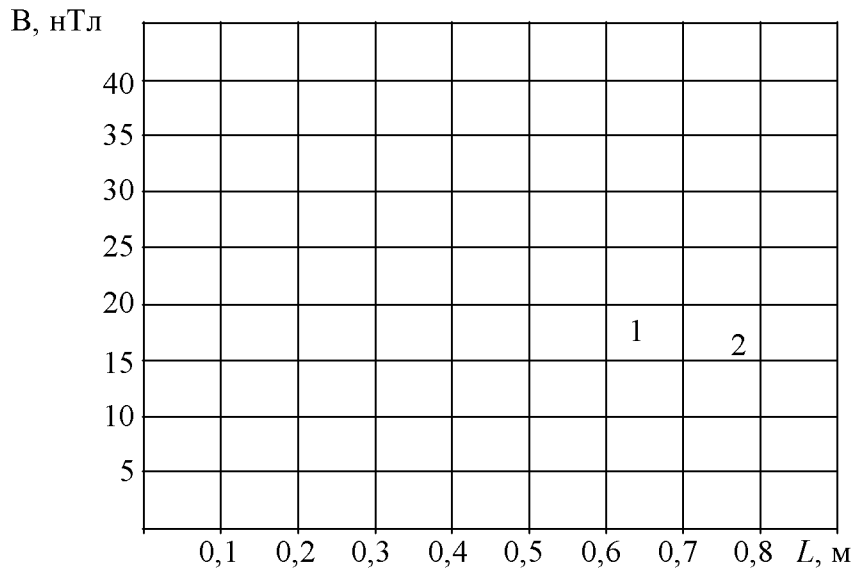
Розрахувавши u зі співвідношення

$$I = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{\partial W}{\partial t} \frac{1}{S} dt = \frac{1}{T} \int_0^T \gamma dt = \frac{V}{T} \int_0^T u dt ,$$

(де I – інтенсивність електромагнітної хвилі; T – період коливань; V – швидкість поширення хвилі; γ – модуль вектора Пойнтінга), можна визначити, що при середній напруженості електричного поля порядку 10^{-3} В/м миттєві (амплітудні) значення можуть досягати порядку 10 В/м, що методично дуже суттєво для зниження опосередкованого впливу електромагнітних полів та випромінювань на користувачів ПК, описаного у [3]. Останнє дуже важливо враховувати при визначенні безпечності використання рідкокристалічних відеомоніторів, які самі по собі не генерують електростатичні та змінні електричні поля.

Виявлення джерел електромагнітних полів та випромінювань і достовірне вимірювання їх чисельних рівнів на конкретному робочому місці користувача ПК та у приміщенні їх розташування потребує визначення критеріїв безпеки користувача. Величина прямого впливу цих фізичних факторів регламентується чинними нормативними актами з охорони праці експлуатаційників засобів обчислювальної техніки. Слід, однак, підкреслити, що прийняті у нормах гранично допустимі рівні електромагнітних полів та випромінювань не гарантують безпеку користувачів, а просто є технічно досяжними на сьогоднішній день. Найбільш доцільним критерієм визначення опосередкованого впливу на користувача електромагнітних полів та випромінювань (через нестабільність роботи технічних засобів) критерієм є візуальні ергономічні характеристики відеомоніторів, закладені у загальновизнаному міжнародному стандарті ТСО'03, та стабільність функціонування структурованих кабельних мереж згідно з загальноєвропейським стандартом EN 50174-2 (2000).

ТСО'03 висуває однозначні вимоги до часової та просторової нестабільності зображення на екрані монітора, а саме: амплітуда тремтіння зображення на екрані відеомонітора з частотою кадрової розгортки 85 Гц не повинна перевищувати 0,1 мм при 20-кратному збільшенні. Проте тестуванню моніторів має передувати виявлення причин нестабільності зображення. Для моніторів на електронно-променевих трубках це, як правило, підвищений фон змінного магнітного поля у приміщенні, обумовлений конструктивними особливостями системи електроживлення у приміщенні і в будівлі в цілому. Підвищення фону викликають також потужні електроспоживачі, розташовані поблизу. Слід враховувати, що підвищення магнітної складової електромагнітного поля на робочому місці можливе за рахунок вихрових струмів у замкнених провідних контурах в зоні впливу полів моніторів. На рисунку показано відмінності рівнів магнітних полів перед екраном монітора при наявності металевої окантовки по периметру столу і без неї.



Зміна рівня магнітного поля частотного діапазону 2...400 кГц перед екраном відеомонітора: 1 – у конструкції столу відсутні замкнені провідні контури; 2 – стіл має провідну металізовану окантовку

Відстань 0,5 м відповідає розташуванню металізованої замкненої окантовки. Таким чином, обстеженню робочого місця мають передувати заходи щодо запобігання виникненню полів випромінювання. Уникнути такого ефекту можна за рахунок штучного розриву контуру.

Крім зовнішніх чинників, джерелом підвищеного електромагнітного поля може бути обладнання, безпосередньо задіяне у виробничому процесі. Це стосується, перш за все, блоків безперебійного живлення комп'ютерів. Такі блоки є необхідним компонентом комп'ютеризованого робочого місця як з точки зору захисту інформації від знищення при раптовій відмові системи електропостачання, так і з точки зору зменшення рівнів електричних полів за рахунок розриву електричного кола (у високоякісних блоків). Проте самі такі блоки є джерелами магнітних полів. Дослідження показали, що чисельні рівні магнітних полів на відстані 0,5 м з лицевого боку найбільш поширених блоків безперебійного живлення потужністю 350...650 Вт у діапазоні 5 Гц...2 кГц

становлять 130...270 нТл, що відповідає гранично допустимим величинам. З огляду на те, що для зручності вмикання та вимикання блоки часто розміщують безпосередньо під робочими столами або на системному блоці комп'ютера, рівні магнітних полів, що впливають як на оператора, так і на якість зображення на моніторі, значно перевищують нормативні.

Якість зображення на екранах рідкокристалічних відеомоніторів значною мірою залежить від впливу зовнішнього поля промислової частоти на кабель живлення монітора, тому такий кабель повинен мати екрановану оболонку.

Попередньою умовою виявлення опосередкованого впливу електромагнітних полів та випромінювань на користувачів через збої у інформаційних мережах є визначення рівнів електричних полів, що впливають на кабелі комп'ютерної мережі. З огляду на те, що згідно з загальноєвропейським стандартом EN 50082 інформаційні кабелі розраховані на наводки у 3 В/м, орієнтуватися треба саме на таку величину (для високочастотних випромінювань).

Використання наведеного методичного підходу до визначення захищеності користувача ПК від впливу електромагнітних полів та випромінювань дозволяє мінімізувати системні помилки при розробленні відповідних заходів.

Підсумовуючи викладене, можна зробити висновки, що основними методологічними принципами при впровадженні заходів з підвищення рівня охорони праці користувачів ПК, зокрема електромагнітної безпеки, є визначення джерел небезпечних фізичних факторів на кожному робочому місці, визначення оптимальних методів вимірювання їх чисельних рівнів та інтерпретація результатів вимірювання, а також вибір критеріїв безпеки. Розроблення та впровадження такої низки організаційно-технічних заходів дозволяє знизити шкідливий вплив електромагнітних полів та випромінювань на користувачів ПК до технічно досяжних рівнів.

1. *Обеспечение электромагнитной безопасности, устойчивости работы и электромагнитной совместимости компьютерной и офисной техники в реальных условиях ее эксплуатации / А. И. Афанасьев, О. И. Карнух, А. А. Сергеев, А. А. Туркевич / Под ред. А. А. Туркевича. – М.: Циклон-тест, 2004. – 56 с.*

2. *Савчук А. Витая пара – все ли так просто? // Сети и коммуникации. – 2005. – № 4. – С. 46–54.*

3. *Вільсон О. Г., Глива В. А. Загальні принципи підвищення електромагнітної безпеки користувачів персональних досліджень // Вісник Національного технічного університету «КПІ». Серія «Гірництво». – 2003. – Вип. 9. – С. 138–141.*

4. *Глива В. А. Розміщення персональних комп'ютерів у робочих приміщеннях // Науково-технічна інформація. – 2004. – № 1. – С. 27–29.*

5. *Вильсон А. Г., Глыва В. А., Левченко Л. А. // Системный подход к повышению электромагнитной безопасности пользователей персональных компьютеров в энергонасыщенных зданиях и сооружениях // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. тр. – Днепропетровск: ПГАСА. – 2004. – Вып. 28. – С. 195–201.*

6. Пат. 6951, Україна, МПК G01R 29/08. Пристрій динамічного контролю електромагнітних полів персональних комп'ютерів / С. Ф. Григор'єв, В. А. Глива, В. В. Яценко та ін.(Україна); Опубл. 16.05.0, Бюл. № 5.