

**ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Кафедра охорони праці та навколишнього середовища**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до розробки питань захисту  
від електромагнітних полів радіочастот  
у розділі  
**«ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА  
В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ»**  
в дипломному проекті

**Харків – 2014**

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку  
на засіданні кафедри охорони праці та навколишнього

середовища 12 грудня 2012 р., протокол № 4.

Рекомендуються для студентів усіх спеціальностей і форм навчання.

Укладачі:

доценти В.Г. Брусенцов,  
Л.А. Катковнікова,  
асистенти О.В. Брусенцов,  
М.Ю. Іващенко

Рецензент

проф. В.М. Сударський

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до розробки питань захисту  
від електромагнітних полів радіочастот  
у розділі  
*«ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА  
В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ»*  
в дипломному проєкті

Відповідальний за випуск Брусенцов В.Г.

Редактор Буранова Н.В.

---

Підписано до друку 25.03.13 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,50. Тираж 100. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Кафедра «Охорона праці та навколишнього середовища»**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до розробки питань захисту від електромагнітних полів радіочастот  
у розділі  
«Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»  
в дипломному проекті**

для студентів всіх спеціальностей і форм навчання

*Завідуючий кафедри ОП та НС  
проф. М.І. Ворожбіян*

*Методичні вказівки розглянуті та схвалені на засіданні  
методичної комісії ф-ту УПП протокол №\_\_ від \_\_\_\_  
2012р.*

*Голова МК факультету УПП  
Декан факультету УПП  
Автори*

*доц. С.М. Продащук  
доц. Д.І. Мкртичьян  
доц. В.Г. Брусенцов  
доц. Л.А. Катковнікова  
асист. О.В.Брусенцов  
асист. М.Ю. Іващенко*

Харків 2013

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Охорона праці та навколишнього середовища» 12 грудня 2012 р., протокол № 4.

Рекомендуються для студентів усіх спеціальностей і форм навчання.

Укладачі:

доценти В.Г. Брусенцов,  
Л.А. Катковнікова,  
асистенти О.В. Брусенцов,  
М.Ю. Іващенко

Рецензент

проф. В.М. Сударський

## ЗМІСТ

1 Загальні положення.....	4
2 Основні вимоги до екранів.....	6
3 Загальне екранування.....	8
4 Поблочне екранування.....	9
4.1 Розрахунок екрану для індукційної котушки.....	10
4.2 Екранування гартівного індуктора.....	14
4.3 Екранування фідерів двох провідних ліній.....	14
Список літератури.....	16
Додаток А. Граничні значення показників інтенсивності електромагнітних полів радіочастот згідно з ГОСТ 12.1.006–84...	17

# 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Метою даних методичних вказівок є інформаційне забезпечення студентів-дипломників для виконання ними розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» дипломного проекту. У методичних вказівках наведені основні формули та довідкові матеріали, які можуть стати у нагоді під час написання розділу.

Одним із напрямків технологічного використання електроенергії є промислова електротермія, де застосовуються струми радіочастот для електротермічної обробки матеріалів та виробів для зварювання, плавлення, кування, гартування, паяння металів, сушіння, склеювання та спікання неметалів.

Висока економічність процесів, поява теплоти в предметах під час нагріву (без передачі його від зовнішніх джерел) поєднується зі значним поліпшенням умов праці. Так, під час заміни плавильних і нагрівальних печей, що працюють на різному паливі, установками індукційного нагріву значно знижується забрудненість повітря в цехах, суттєво скорочуються інтенсивність і час опромінення робітників тепловим випромінюванням.

Однак електромагнітні випромінювання (ЕМВ) електротермічних установок радіочастот, впливаючи на організм людини в дозах, що перевищують допустимі, можуть бути причиною професійних захворювань. Ця небезпека, особливо у поєднанні з тенденцією подальшого впровадження радіоелектроніки у народне господарство, є однією з проблем охорони праці.

Електромагнітні поля (ЕМП) характеризуються напруженістю електричного  $E$  і магнітного  $H$  полів, щільністю потоку енергії.

Електромагнітні поля в діапазоні частот від 60 кГц до 300 МГц характеризуються напруженістю його складових, а в діапазоні частот від 300 МГц до 300 ГГц – щільністю потоку енергії (ЩПЕ).

Згідно з ГОСТ 12.1.006–84, напруженість ЕМП у діапазоні частот від 60 кГц до 300 МГц на робочих місцях і в місцях

перебування персоналу, на який впливає ЕМП, не повинна перевищувати таких гранично допустимих значень:

за електричною складовою, В/м:

500 – для частот від 60 кГц до 3 МГц;

300 – для частот від 3 МГц до 30 МГц;

80 – для частот від 30 МГц до 300 МГц;

за магнітною складовою, А/м:

50 – для частот від 60 кГц до 3 МГц.

Гранично допустиму щільність потоку енергії ЕМП у діапазоні частот від 300 МГц до 300 ГГц на робочих місцях і в місцях можливого перебування персоналу, на який впливає ЕМП, встановлюють виходячи з допустимого значення енергетичного навантаження на організм людини і часу перебування в зоні опромінення. Однак у всіх випадках вона не повинна перевищувати  $10 \text{ Вт/м}^2$  ( $1000 \text{ мкВт/см}^2$ ).

Гранично допустимі величини ЕМП у діапазоні частот від 300 МГц до 300 ГГц слід визначати за формулою:

$$W_{ГД} = K \cdot \frac{EH_{W_{ГД}}}{T}, \quad (1.1)$$

де  $W_{ГД}$  – гранично допустима величина щільності потоку енергії,  $\text{Вт/м}^2$  ( $\text{мкВт/см}^2$ );

$EH_{W_{ГД}}$  – гранично допустима величина енергетичного навантаження,  $EH_{W_{ГД}} = 2 \text{ Вт}\cdot\text{год/м}^2$  ( $200 \text{ мкВт}\cdot\text{год/см}^2$ );

$K$  – коефіцієнт ослаблення біологічної ефективності, дорівнює:

1 – для всіх випадків впливу, виключаючи опромінення від антен, що обертаються і сканують;

10 – для випадків опромінення від антен, що обертаються і сканують, з частотою не більше 1 ГГц і шпаруватістю не менше 50;

$T$  – час перебування в зоні опромінення за робочу зміну, год.

У всіх випадках максимальне значення  $W_{ГД}$  не повинно перевищувати  $1 \text{ мВт/см}^2$ .

Для захисту від впливу ЕМП широко використовується екранування випромінюючих елементів установок (тобто складання їх в замкнуті металеві кожухи). Характер екранування визначається технологічними особливостями установки. Залежно

від цього електромагнітне випромінювання в навколишній простір можна знизити або зовсім усунути.

Для захисту від ЕМП використовують такі способи екранування:

- всієї установки;
- поблоково окремих елементів;
- робочих місць;
- працівника (індивідуальне екранування).

## 2 ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ЕКРАНІВ

Основною характеристикою екрана є ефективність екранування ( $E$ ). Вона виражається через відношення напруженості поля, що створене установкою без екрана ( $E_0, H_0$ ), до напруженості поля після екранування ( $E_e, H_e$ ) в тій самій точці простору:

- для електричного поля:

$$E = \frac{E_0}{E_e}; \quad (2.1)$$

- для магнітного поля:

$$E = \frac{H_0}{H_e}. \quad (2.2)$$

Ефективність екранування часто вимірюють у децибелах (дБ):

$$E_e = 20 \cdot \lg E = 10 \cdot \lg \frac{W_0}{W_e}, \quad (2.3)$$

де  $K_e$  – ефективність екранування, дБ;

$W_0, W_e$  – щільність потоку енергії до і після екранування, мкВт/см<sup>2</sup>.

Ефективність екранування залежить від конструкції екрана, його габаритних розмірів, матеріалу, частоти ЕМП, а також від характеру джерела поля.

Іншою важливою характеристикою екрана є втрата потужності в екрані внаслідок його нагрівання полем. Ця втрата



може бути великою під час екранування джерел сильних магнітних полів: індукційних котушок, трансформаторів.

Чим менші габарити екрана, тим ближчі стінки екрана до індукційної котушки, тим більша величина наведених у ньому струмів  $i$ , отже, тим більші втрати потужності в ньому та його нагрівання. Розміри екрана при цьому визначають розрахунковим шляхом, виходячи з допустимої величини втрат.

Матеріал екрана вибирають з урахуванням необхідної ефективності та допустимих втрат потужності в екрані.

Ослаблення ЕМП екраном певної товщини залежить від глибини проникнення поля в екран ( $\delta$ ),  $\text{м}^{-1}$ :

$$\delta = \frac{I}{\sqrt{\mu_e \cdot \sigma_e \cdot \pi \cdot f}}, \quad (2.3)$$

де  $\mu_e$  – абсолютна магнітна проникність матеріалу екрана,  $\text{Гн} \cdot \text{м}^{-1}$ ;

$\sigma_e$  – питома провідність матеріалу екрана,  $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ ;

$f$  – частота, Гц;

$I$  – сила струму, А.

Ефективність екранування суцільного екрана відповідає нерівності

$$E_e > l \frac{d}{s} \quad (2.4)$$

де  $d$  – товщина матеріалу екрану, м;

$\delta$  – еквівалентна глибина проникнення поля в екран,  $\text{м}^{-1}$ ;

$l$  – довжина провідника, м.

Ефективність буде великою, якщо товщина матеріалу екрана істотно перевершує глибину проникнення ( $d \gg \delta$ ).

Чим більша магнітна проникність матеріалу, тим менше його питомий опір і вище частота, тим менша глибина проникнення поля в товщу екрана, тим тонше може бути матеріал екрана. У той же час, чим більша магнітна проникність і вище питомий опір матеріалу, тим більше втрати енергії в екрані.

Для електромагнітного екранування доцільно використовувати матеріали з високою електропровідністю: наприклад, латунь, алюміній. За умов малих глибин проникнення поля в матеріал екрана, його товщину вибирають з урахуванням металевої міцності екрана.

### 3 ЗАГАЛЬНЕ ЕКРАНУВАННЯ

Загальне екранування – ефективний спосіб захисту працівника від впливу ЕМП. Воно може забезпечити високий ступінь екранування і, як правило, дає змогу знизити радіоперешкоди до нормованих.

Найкраще рішення цієї проблеми – екранування всіх елементів установки одним кожухом – екраном. Але це не завжди можливо на практиці. Прикладом можуть служити установки ВЧ промислового нагріву. Важко забезпечити загальне екранування установок, що випромінюють ЕМП, під час їх випробування. У такому випадку вдаються до екранування приміщення, в якому розташована установка, зокрема, до застосування екранованої камери.

Це рішення є прийнятним, якщо всередині камери не перебувають люди, а органи управління установкою виведені за її межі.

Розміри екранованої камери вибирають з урахуванням обладнання, яке має розташовуватися на такій відстані від стінок камери, щоб виключалася можливість електричного пробоя з обладнання на стіни камери. Якщо всередині камери перебувають люди, то її розміри мають відповідати вимогам санітарних норм. Стіни, стелю та підлогу камери необхідно вкрити металевими листами. Товщину листів вибирають з урахуванням умов механічної міцності і ефективності екранування у всьому діапазоні частот роботи в камері. Стики листів злитовують або зварюють. Якщо напруженість ЕМП у камері перевищує допустиму величину, двері камери сполучають надійним електричним контактом із обшивкою камери по всьому периметру і блокуванням для зняття напруги з установки – під час відкривання дверей. У цьому випадку всі органи управління установкою мають бути винесені за межі камери. Світлові отвори, оглядові вікна, вентиляційні отвори тощо екранують двома шарами мідної (латунної) сітки з вічками 2x2 мм. Відстань між шарами – не менше 50 мм.

Лінійні розміри отворів (діаметр кола, діагональ квадрата) мають бути не більше  $0,25 \cdot \lambda$  ( $\lambda$  – довжина найкоротшої хвилі діапазону, на якому проводиться робота в камері).

Щоб виключити винесення потенціалу по проводах живлення в сусідні приміщення, застосовують фільтри. Схему і конструкцію фільтра вибирають залежно від величини напруги і струму, який споживає установка. Коефіцієнт загасання фільтра має складати не менше 100 дБ. Такими фільтрами обладнуються всі установки ВЧ і УВЧ промислового нагріву. Фільтри встановлюють назовні камери, в місці введення до неї дротів. Дроти, що йдуть від фільтра в камеру, необхідно екранувати. Металева оболонка камери (екран) заземлюється.

## **4 ПОБЛОКОВЕ ЕКРАНУВАННЯ**

Поблокове екранування використовують у тому випадку, коли загальне екранування установки ускладнюється виконанням технологічного процесу. Як правило, поблокове екранування застосовують в установках промислового нагріву ВЧ і УВЧ. У вигляді окремих блоків екранують робочі елементи цих установок (конденсатори, індукційні печі, гартівні індуктори, які проводять енергію ВЧ до робочих елементів фідера, погоджувальні трансформатори).

Під час екранування котушок, що обтікаються струмом великої величини (пічних індукторів, гартівних та погоджувальних трансформаторів), виникають труднощі, обумовлені, головним чином, втратами енергії в екрані внаслідок нагрівання його магнітним полем котушки. Екранування окремих елементів високочастотної установки буде ефективним у тому випадку, якщо всі екрануючі оболонки окремих елементів будуть надійно з'єднані між собою та з корпусом генератора.

### **4.1 Розрахунок екрана для індукційної котушки**

Для розрахунку екрана індукційної котушки (індукційної печі, гартівного індуктора тощо) необхідні такі вихідні дані: радіус котушки  $a$  (м), довжина  $l$  (м), число витків  $w$ , сила струму в котушці  $I$  (А), робоча частота  $f$  (Гц), радіус сердечника (металу,

що нагрівається, виробу)  $a_c$  (М), довжина сердечника  $l_c$  (м), допустимі втрати потужності  $W$  (Вт) (зазвичай  $\sim 1\%$  від потужності установки), допустиме ослаблення поля всередині котушки в результаті екранування  $\Delta H$  (зазвичай  $\sim 5\%$ ).

Втрати енергії в екрані розраховують у такому порядку. Визначають глибину проникнення поля в екран за формулою:

$$\delta = \frac{I}{\sqrt{\mu_e \cdot \sigma_e \cdot \pi \cdot f}}, \quad (4.1)$$

де  $\sigma_e$  – питома провідність матеріалу,  $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ ;

$\mu_e$  – абсолютна магнітна проникність матеріалу екрана,  $\text{Гн} \cdot \text{м}^{-1}$ ,

$$\mu_e = \mu_o \cdot \mu_e',$$

де  $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн} \cdot \text{м}^{-1}$ ;

$\mu_e'$  – відносна магнітна проникність. Для немагнітних матеріалів  $\mu_e' = 1$ ;

для алюмінію  $\mu_e' = 1$ ;  $\mu_e = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн} \cdot \text{м}^{-1}$ ;  $\sigma = 10^7 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ ;

для сталі  $\mu_e' \approx 2000$ ;  $\mu_e = 8\pi \cdot 10^{-4} \text{ Гн} \cdot \text{м}^{-1}$ ;  $\sigma = 10^7 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ .

Як правило, глибина проникнення поля в екран менше 1 мм, але, виходячи з міркувань міцності екрана, товщину його стінок  $d$  слід приймати не менше 1 мм. При цьому  $d > \delta$ .

У цьому випадку втрати енергії  $W$  в циліндричному екрані розраховують за такими формулами:

– для котушок без сердечника, що задовольняють умову  $l > 1,5 (A - a)$ :

$$W = \frac{2 \cdot \pi \cdot \omega^2 \cdot I^2 \cdot a^4}{\ell \cdot A^3 \cdot \sigma_e \cdot \delta}, \text{ Вт}, \quad (4.2)$$

де  $A$  – радіус екрана, м. Спочатку можна орієнтовно прийнятий  $A \approx 3d$ ;

– для котушок без сердечника, що задовольняють умову  $l < 1,5 (A - a)$ :

$$W = \frac{[3 \cdot \pi \cdot (A - a) + 2 \cdot a] \cdot a^4 \cdot I^2 \cdot \omega^2}{2 \cdot A^4 \cdot (A - a) \cdot \sigma_e \cdot \delta}, \text{ Вт}; \quad (4.3)$$

– для котушок із сердечником, що задовольняють умови  $l > 1,5 (A - a)$ ;  $l_c \ll l$ :

$$W = \frac{2 \cdot \pi \cdot a^4 \cdot I^2 \cdot \omega^2}{\ell \cdot A^3 \cdot \left[ 1 + \frac{a_c^2 \cdot (A^2 - a^2) \cdot \ell_c}{A^2 \cdot (a^2 - a_c^2) \cdot \ell} \right]} \cdot \sigma_e \cdot \delta, \text{ Вт}; \quad (4.4)$$

– для котушок із сердечником, що задовольняють умову  $l \ll 1,5 (A - a)$ , слід провести розрахунок двічі за формулами (4.3) і (4.4) і прийняти менший із отриманих результатів.

Якщо екран квадратного перерізу, можна використовувати ті ж формули, прийнявши величину  $A$ , що дорівнює половині сторони квадрата.

Знайдену величину втрат  $W$  слід порівняти з допустимою величиною втрат  $W_{\text{п}}$ . Якщо  $W < W_{\text{п}}$ , то можна зменшити радіус екрана  $A$ , якщо цьому не заважає конструкція самої установки. Якщо  $W > W_{\text{п}}$ , слід збільшити радіус  $A$  і знову зробити розрахунок.

Якщо для сталевго екрана прийнятних розмірів втрати енергії виявляються неприпустимими, слід прийняти за основу для розрахунків алюмінієвий екран.

Щоб уникнути додаткових втрат енергії в торцевих стінках екрана, відстань від цих стінок до найближчих витків котушки потрібно прийняти не менше  $l/\gamma_c$ , де  $\gamma_c$  – постійна загасання симетричної хвилі, яка поширюється вздовж осі екрана:

$$\gamma_c = \frac{3,83}{A} \text{ – для циліндричного екрана, радіусом } A;$$

$$\gamma_c = \frac{3,14}{A_l} \text{ – для екрана квадратного перерізу зі стороною } 2A_l.$$

Ослаблення екраном поля всередині котушки розраховують для циліндричного екрана радіусом  $A$ . Під час розрахунку екрана квадратної форми його слід замінити циліндричним, вважаючи, що  $A = 2A_l/\sqrt{2}$ , де  $2A_l$  – сторона квадрата.

Ослаблення магнітного поля  $\Delta H$  (%), що обумовлене екрануванням, визначають за формулами:

для котушки без сердечника за умови  $l > 2a$ ,  $l > 2(A - a)$ :

$$\Delta H = \frac{a^2}{A^2} \cdot 100; \quad (4.5)$$

те саме, за умови  $l < 2a$ :

$$\Delta H = \frac{a^3}{A^3} \cdot 100; \quad (4.6)$$

те саме, за умови  $l > 2(A - a), l > 2a$ :

$$\Delta H = \frac{l \cdot a^2}{2 \cdot A^3} \cdot 100; \quad (4.7)$$

для котушок із сердечником за умови  $l > 2(a - a_c), l > 2(A - a), l_c = l$ :

$$\Delta H = \frac{a^2 - a_c^2}{A^2 - a_c^2} \cdot 100. \quad (4.8)$$

Визначене ослаблення слід порівняти з допустимим. Якщо знайдене ослаблення перевищує допустиме, потрібно збільшити радіус екрана  $A$ .

Перевірка екрана котушки щодо ефективності екранування відбувається таким чином.

Необхідну ефективність екранування ( $E_n$ ) знаходять через відношення величини напруженості поля, створюваного котушкою на робочому місці за відсутності екрана ( $H_p$ ), до величини допустимої напруженості поля ( $H_d$ ):

$$E_n = \frac{H_p}{H_d}. \quad (4.9)$$

Значення  $H_p$  можна визначити за формулою:

$$H_p = \frac{\omega \cdot I \cdot a^2}{4 \cdot P^3}, \quad (4.10)$$

де  $P$  – відстань від котушки до робочого місця, м.

Необхідну величину ефективності екранування потрібно порівняти з фактичною.

Для суцільного циліндричного екрана радіусом  $A$  чи квадратного зі стороною  $2A$  ефективність екранування, за умов  $d > \delta$ , дорівнює:

$$E' = \frac{A \cdot e^{\frac{d}{\delta}}}{2\sqrt{2} \cdot \delta \cdot \mu_e'} \quad (4.11)$$

де  $\mu_e'$  – відносна магнітна проникність матеріалу екрана;  
 $d$  – товщина матеріалу, м.

Ефективність екрана, який має форму труби, відкритої з одного боку, за умов відсутності проникнення поля безпосередньо крізь матеріал екрана, визначають за формулою:

$$E'' = e^{\gamma_n \cdot z} \quad (4.12)$$

де  $z$  – відстань від відкритого кінця екрана до найближчого витка котушки вздовж осі екрана, м;

$\gamma_n = \frac{1,84}{A}$  – для циліндричного екрана, радіусом  $A$ ;

$\gamma_n = \frac{1,57}{A_l}$  – для екрана квадратного перерізу зі стороною  $2A_l$ .

Якщо екран має форму відкритої з двох боків труби, то також можна користуватися формулою (4.12), підставляючи менше з двох значень  $z$ .

Фактична ефективність екранування дорівнює меншій з величин  $E'$  і  $E''$ .

## 4.2 Екранування гартівного індуктора

Конструкція екрана гартівного індуктора має не заважати проведенню робіт. Екран можна робити у вигляді відкритого з боків циліндра. Ефективність такого екрана можна розрахувати за формулою (4.12), яка має такий вигляд:

$$E = e^{\gamma_n \cdot z} = e^{\frac{3,6l}{D}} \quad (4.13)$$

де  $e$  – основа натурального логарифма;

$D$  – діаметр циліндра (екрана), м;

$l$  – відстань від краю циліндра до краю котушки, м;

Діаметр циліндра має дорівнювати щонайменше двом діаметрам котушки.

### 4.3 Екранування фідерів двох провідних ліній

Фідерні лінії можуть бути джерелом інтенсивних випромінювань високочастотної енергії. Тому у випадках, коли робочий елемент з'єднується з джерелом енергії лінією, її необхідно екранувати металевим екраном у вигляді замкнутого короба або підводити енергію коаксіальним кабелем.

Екранування конденсаторів здійснюється з урахуванням зміни їх ємності екраном та забезпеченням необхідних відстаней між конденсатором і корпусом екрана, щоб уникнути пробоїв, пов'язаних із високою напругою на конденсаторі. Втрати енергії в екранах конденсаторів, як правило, незначні і їх можна не брати до уваги.

Для екранування робочого конденсатора можна використовувати прямокутний хвильопровідний фільтр, ефективність якого визначається за формулою:

$$E = e^{\frac{\pi \cdot l}{a}}, \quad (4.14)$$

де  $e$  – основа натурального логарифму;

$l$  – відстань краю пластини від кінця екрану, м;

$a$  – ширина екрану, м.



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/6/6336/>.

2 Электромагнитные излучения. Методы и средства защиты [Текст] / В.Л. Богуш, Т.В. Торботько, А.В. Гусинский и др.; под ред. Л.М. Лынькова. – Мн.: Бестпринт, 2003. – 406 с.

3 ДСанПіН 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03>.

4 Практикум з промислової екології [Текст] / С.О. Апостолюк, В.С. Джигирей, А.С. Апостолюк и др. – К.: Основа, 2005.

5 Практикум із охорони праці [Текст] / В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, В.С. Сторожук та ін. – Львів: Афіша, 2000. – 349 с.

## ДОДАТОК А

Граничні значення показників інтенсивності електромагнітних  
полів радіочастот згідно з ГОСТ 12.1.006–84

Параметр	Граничні значення в діапазонах частот, МГц		
	від 0,06 до 3	вище 3 до 30	вище 30 до 300
Гранично допустиме значення напруженості електричного поля, $E_{пд}, В/м$	500	300	80
Гранично допустиме значення напруженості магнітного поля, $H_{пд}, А/м$	50	–	–
Гранично допустимі значення енергетичного навантаження впродовж робочої доби, $ЕН^{E_{пд}}, (В/м)^2 \cdot год$	20000	7000	800
Гранично допустимі значення магнітного навантаження впродовж робочого дня, $ЕН^{H_{пд}}, (А/м)^2 \cdot год$	200	–	–

