

## Protection against electromagnetic radiation by shielding

Vinnitsia National Technical University

### Анотація

В роботі описано важливість захисту від електромагнітного випромінювання.

**Ключові слова:** захист, електромагнітне випромінювання, екранування, характеристика екрану.

### Abstract

The paper describes the importance of protection against electromagnetic radiation..

**Keywords:** protection, electromagnetic radiation, shielding, screen characteristics.

### Introduction

In recent years, both in Ukraine and around the world, much attention has been paid to shielding electromagnetic fields and radiation [1-9]. This is due to the growing requirements for protecting people from this physical factor, and ensuring electromagnetic compatibility of technical means. The relevance of work in this field in Ukraine is due to the gradual transition to pan-European standards and standards for both electromagnetic safety of the population and employees, as well as electromagnetic compatibility of Electrical and electronic devices and devices for various purposes and applications [10-17]. In the conditions of saturation of modern premises with various technical means and their wide radiation spectrum, the task arises to develop and implement protection systems against their impact in industrial and domestic conditions that meet modern requirements.

### Research results

Shielding of radiation sources is used to reduce the intensity of the electromagnetic field in the workplace. Screens made of metal sheets or grids in the form of locked chambers, cabinets or enclosures are used [5-7].

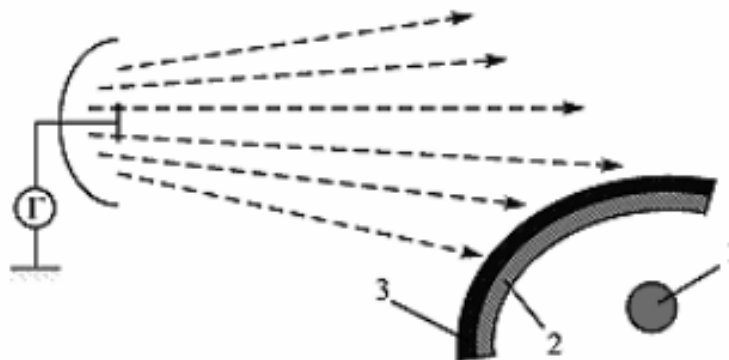


Fig. 1 – Block diagram of workplace shielding from electromagnetic radiation:  
1 – Workplace; 2 – metal plate; 3 – radio-absorbing material

The main characteristic of the screen is the degree of attenuation of the electromagnetic field, that is, the efficiency of shielding, which is the ratio of  $E$ ,  $H$ ,  $\psi$  at a given point in the absence of a screen to  $E_e$ ,  $H_e$ ,  $\psi_e$  at the same point with the screen.

The degree of attenuation of the electromagnetic field depends on the depth of penetration of the high-frequency current into the thickness of the screen (fig. 2). The greater the magnetic permeability of the screen and the higher the frequency of the shielded field, the lower the penetration depth and the required screen thickness.

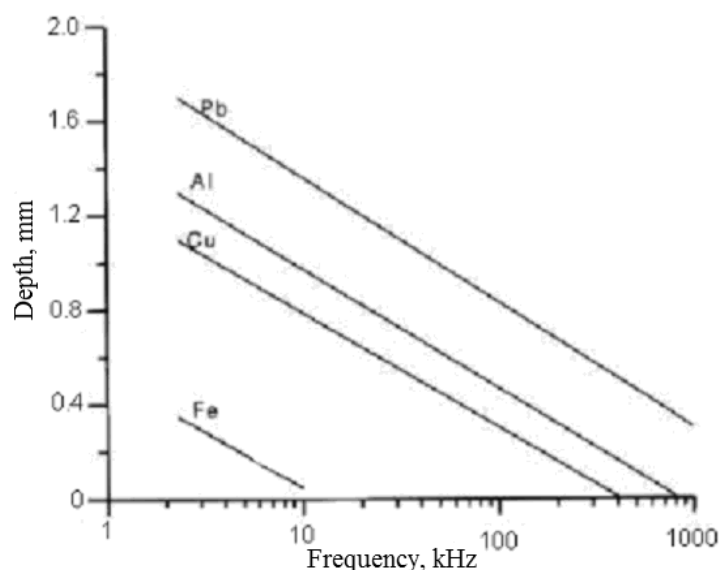


Fig. 2 – dependence of the penetration depth of the electromagnetic field for different materials

Screen designs and sizes may vary depending on the application conditions. Structures can be closed or open, reflective or absorbent. For absorbent screens, a base made of rubber, foam rubber, polystyrene, etc. with electrically conductive additives (activated carbon, soot, carbonyl iron powder), as well as ceramic-metal compositions are used. For reflective screens, the best materials are copper, brass, aluminum, and steel. The effectiveness of screens depends on the EMF frequency, screen material, size, and design quality. Screens can be solid or mesh. Knowing the characteristics of the metal, you can calculate the thickness of the screen  $\delta$ , mm, which provides the necessary attenuation of electromagnetic fields at a given distance

$$\delta = \frac{\ln E_x}{\sqrt{\frac{\omega \mu \gamma}{2}}}$$

where  $\omega = 2\pi f$  – AC angular frequency, rad / s;

$\mu$  – magnetic permeability of the protective screen metal, G / m;

$\gamma$  – electrical conductivity of the screen metal,  $(\text{Ohm} \cdot \text{m})^{-1}$ ;

$E_x$  – efficiency of screening in the workplace, expressed from the formula

$$E_x = \frac{H_X}{H_{XE}}$$

де  $H_X$  і  $H_{XE}$  – maximum values of the strength of the magnetic component of the field at a distance  $X$ , m, from the source, respectively, without a screen and with a screen, A / m.

The  $H_X$  intensity can be determined from the expression

$$H_X = \frac{\omega I a^2}{4X^2} \beta_m,$$

where  $\omega$  and  $a$  – number of turns and coil radius, m;

$I$  – current in the coil, a;

$X$  – distance from the source (coil) to the workplace, m;

$\beta_m$  – coefficient determined by the ratio  $X/a$  – (at  $X/a > 10$   $\beta_m=1$  ).

If the permissible electrical component of the  $E_{\text{д}}$  field is regulated, the magnetic component can be determined from the expression

$$H_{Д} = 1,27 \cdot 10^5 \frac{E_{Д}}{X_{f}},$$

де  $f$  – field frequency, Hz.

Thus, one of the most effective technical means of protection against electromagnetic radiation in the radio frequency range is shielding. Materials with high electrical conductivity are used for screens. The principle of operation of protective screens is based on the absorption of radiation energy by the material with subsequent discharge into the ground, as well as on its reflection from the screen.

### Conclusions

The need for electromagnetic compatibility is due to the fact that in real operating conditions of equipment there is a considerable number of different types of radiation, and the joint correct and reliable operation of technical means is impossible without ensuring electromagnetic compatibility (EMC). Failure of technical means or improper operation can cause an accident, including a system one. In addition, violations can be either reversible or irreversible. EMC of technical means should be provided at all stages of their "life": both during design, commissioning, and during operation.

### References

1. Кечиев Л. Н. Экранирование технических средств и экранирующие системы / Л. Н. Кечиев, Б. Б. Акбашев, П. В. Степанов. – М. : ООО "Группа ИДТ", 2010. – 470 с.
2. Петраков А. В. Основы практической защиты информации : учеб. пособие ; 3-е изд. / А. В. Петраков. – М. : Радио и связь, 2001. – 368 с.
3. Островский О. С. Защитные экраны и поглотители электромагнитных волн / О. С. Островский, Е. Н. Одаренно, А. А. Шматько // Физическая инженерия поверхности. – 2003. – Т.1. №2. – С. 161-173.
4. Терещенко О. П. Вплив частоти електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону на граничнодопустиму напруженість електричного поля / О. П. Терещенко // Modern engineering and innovative technologies. – Karlsruhe, Germany : Sergeieva & Co, 2019. – Iss. № 6, part 1. – P. 9-13.
5. Лемешев М. С. Основы охорони праці для фахівців радіотехнічного профілю : навчальний посібник / М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 108 с.
6. Лемешев М. С., Березюк О. В. Основы охорони праці для фахівців менеджменту : навчальний посібник / М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 206 с.
7. Березюк О. В. Охорона праці в галузі радіотехніки : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 159 с.
8. Березюк О. В. Безпека життєдіяльності : практикум / О. В. Березюк, М. С. Лемешев, І. В. Заюков, С. В. Королевська. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 99 с.
9. Березюк О. В. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 204 с.
10. Кречотень Є. Г. Газоаналізатор на базі ARDUINO / Є. Г. Кречотень, О. В. Березюк // Проблеми цивільного захисту населення та безпеки життєдіяльності: сучасні реалії України : матеріали IV Всеукраїнської заочної науково-практичної конференції. – Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2018. – 69 с.
11. Березюк О. В. Низькочастотний аналізатор електромагнітного випромінювання / О. В. Березюк, О. В. Колісник // Елек. наук. видання матер. XLIV рег. наук.-техн. конф. проф.-викл. складу, співроб. та студ. ВНТУ. – Режим доступу: <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2015/inmt/txt/kolisnik.pdf>.
12. Лемешев М. С. Електротехнічний бетон для виготовлення анодних заземлювачів / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Інтелектуальний потенціал XXI століття '2017: матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції, 14-21 листопада 2017 р. – Одеса: SWorld, 2017. – 5 с.
13. Лемешев М. С. Электротехнические материалы для защиты от электромагнитного загрязнения окружающей среды / М. С. Лемешев, А. В. Христин // Инновационное развитие территорий : Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф., 26 февраля 2016 г. – Череповец : ЧГУ, 2016. – С. 78-83.
14. Bereziuk O. V. Means for measuring relative humidity of municipal solid wastes based on the microcontroller Arduino UNO R3 / O. V. Bereziuk, M. S. Lemeshev, V. V. Bohachuk, M. Duk // Proceedings of SPIE, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2018. – 2018. – Vol. 10808, No. 108083G. – <http://dx.doi.org/10.1117/12.2501557>
15. Bereziuk O. Ultrasonic microcontroller device for distance measuring between dustcart and container of municipal solid wastes / O. Bereziuk, M. Lemeshev, V. Bogachuk, W. Wójcik, K. Nurseitova, A. Bugubayeva // Przegląd Elektrotechniczny. – Warszawa, Poland, 2019. – No. 4. – Pp. 146-150. – <http://dx.doi.org/10.15199/48.2019.04.26>
16. Pavlov S. V. Electro-optical system for the automated selection of dental implants according to their colour matching / S. V. Pavlov, A. T. Kozhukhar, S. V. Titkov et al. // Przegląd Elektrotechniczny. – Warszawa, Poland, 2017. – No. 93(3). – Pp. 121-124.
17. Pavlov S. V. A simulation model of distribution of optical radiation in biological tissues / S. V. Pavlov, S. E. Tuzhansky, T. I. Kozlovskaya, A. V. Kozak // Visnyk VNTU. – 2011. – No. 3. – Pp. 191-195.

**Гончар Олександр Ігорович** – студент групи ІБС-186, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ghonchar22@gmail.com.

Науковий керівник: **Березюк Олег Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: berezyukoleg@i.ua.

**Gonchar Olexander I.** – Faculty of information technologies and computer engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ghonchar22@gmail.com.

Supervisor: **Bereziuk Oleg V.** – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Life Safety and Safety Pedagogics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@i.ua.