

*Панова О.В. ,канд. тех наук, доцент*

*Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ*

*Кафедра фізики, завідувач кафедри фізики*

*Бірук Я.І., асистент*

*Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ*

*Кафедра фізики, асистент кафедри фізики*

## **КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЮ ОБСТАНОВКОЮ У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ**

В умовах насиченості виробничого середовища електричним та електронним технологічним обладнанням електромагнітна обстановка має складну та непередбачувану динаміку у просторі і часі [1]. Для оцінювання рівня техногенного навантаження на виробниче середовище здійснюється відповідний моніторинг [2]. У більшості випадків рекомендації щодо нормалізації рівнів електромагнітних полів та випромінювань стосуються модернізації технічного обладнання, а також стабілізації сили силового (систем електроживлення) електромагнітного поля. Відсутність загальної концепції щодо моніторингу і нормалізації електромагнітної обстановки з урахуванням внутрішніх та зовнішніх чинників впливу на неї, змінності у часі і просторі та засобів нормалізації, побудованих на принципах розумної достатності. Розроблення та впровадження організаційно-технічних заходів з нормалізації електромагнітної обстановки на підприємствах енергетики, електричному транспорті, офісних будівлях та підприємствах.

Для вирішення процесів з нормалізації та керування електромагнітною обстановкою, повинні бути певним чином алгоритмізованими. Досвід обстежень електромагнітної обстановки та розроблення і впровадження організаційно-технічних заходів свідчить, що порядок вирішення проблеми повинен здійснюватися за наступними етапами:

*I етап. Моніторинг електромагнітної обстановки.* Цей етап передбачає визначення інтегрального значення напруженостей електричного та індукції

магнітного поля, щільністю потоку енергії з боку джерел поля ультрависоких та вищих частот. Визначення цих параметрів здійснюється упродовж визначення часу з урахуванням режимів роботи електричного обладнання, кількості задіяних електронних засобів, навантаження на силову електромережу тощо.

*II етап. Визначення кількості та критичності щодо впливу на працюючих та обладнання джерел електромагнітних полів.* Досвід свідчить, що цей етап найбільш складний. Це обумовлене наступним чинниками:

- складністю пошуку джерел електромагнітних полів в умовах їх суперпозиції;
- вимірювання окремо магнітних та електричних полів промчастоти дає загальне значення без надання внеску у нього окремих джерел, який у багатьох випадках не є очевидним;
- крайовий дефект розподілу силових ліній електромагнітного поля (нестабільні дифракційні розподіли у просторі при екрануванні);
- змінний у просторі напрям магнітної індукції (при змінних параметрах випромінювальних джерел та інших виробничих процесах).

Найбільш ефектним засобом пошуку джерел поля та критичності їх внеску у загальний рівень поля є отримання спектра електричного та магнітного поля у широкій смузі частот. Реалізація здійснюється за допомогою аналізатора електромагнітного спектра «Spectran» NF-5035 (виробництво Німеччина). В результаті отримано амплітудні значення електричних та магнітних полів у потрібному діапазоні (до 2МГц). Саме такий ефективний метод надає змогу ідентифікувати джерела цих полів.

Але у багатьох випадках, навіть за таких умов, визначити джерело поля не вдається. Наприклад, під час дослідження на аеродромі цивільної авіації вимірювалося електричне поле частотою 130 кГц та напруженістю 8-10 В/м. Вплив таких джерел необхідно враховувати.

Дещо складніше виявляти вплив на електромагнітну обстановку високочастотних джерел. Аналізатори високочастотного спектра мають велику вартість, тому для визначення рівнів випромінювань джерел ультрависоких і

вищих частот доцільно використовувати поширені вимірювачі щільності потоку енергії, такі як ПЗ-31 та ПЗ-41. Для цього слід виміряти рівні випромінювань більшості можливих джерел, наприклад, випромінювання станцій мобільного зв'язку на частоті 1,8ГГц - 2,6 ГГц та на частоті Wi-Fi - 2,4 ГГц тощо. Усі випромінювачі працюють на частотах близьких до вказаних з деяким «розбросом», тому вимірювання слід виконувати у смузі частот, якщо вказані прилади дозволяють реалізувати такі дослідження. Особливо це стосується радіотехнічних об'єктів цивільної авіації.

Навіть аналогічне обладнання на різних аеродромах має відмінності у робочих частотах, тому необхідну смугу частот для вимірювань слід обирати на основі ознайомлення з технічною документацією на виробництві.

*III етап.* Розроблення і випромінювання організаційно-технічних заходів з нормалізації електромагнітної обстановки на виробництві (Таблиця 1).

Таблиця 1

### Організаційно-технічні заходи з нормалізації електромагнітної обстановки



Заходи з нормалізації рівнів електромагнітних полів доцільно реалізувати у наступній послідовності. Розробляються заходи з нормалізації рівнів магнітних та електричних полів наднизьких частот (промислової та її гармонік). На початковому етапі електромагнітна обстановка регулюється без застосування засобів захисту: ліквідація «перекосу фаз», придушення гармонік електроструму промчастоти (у тому числі інтергармонік). Системи такого регулювання повинні бути гнучкими і працювати у автоматичному режимі зі зворотним зв'язком [3]. Також необхідно чітко виділяти внесок у електромагнітну обстановку саме мереж електроживлення. Наприклад, під час контрольних вимірювань з'ясувалося, що у комп'ютерній лабораторії рівень низькочастотного магнітного поля перевищує гранично допустимий рівень для користувачів комп'ютерної техніки. Але аналіз спектрального складу поля показав, що майже увесь внесок у цей показник дає магнітне поле промчастоти внутрішньої силової мережі.

Після завершення цього етапу, у разі потреби, застосовуються засоби захисту, найбільш ефективними з яких є електромагнітні екрани. Якщо необхідне екранування високочастотних випромінювань, то такий захист здійснюється з певними обмеженнями. Головним обмеженням з них є здійснення екранування, яке залишає достатній рівень випромінювань базових станцій для нормального функціонування мобільного зв'язку. Встановлено, що за рівнів сигналів базових станцій нижчий за  $0,2 \text{ мкВт/см}^2$  різко зростає випромінювання самих телефонів.

Для екранування окремих приміщень нами був розроблений захисний матеріал з керованими коефіцієнтами екранування як у низькочастотних, так і у високочастотних областях електромагнітного спектра [4].

Основою захисного матеріалу є латекс та залізорудний пил. Останній додається у вихідну суміш, виходячи з потрібних коефіцієнтів екранування. Навіть за товщин 1-3 мм цей матеріал регулює коефіцієнти екранування у залежності від концентрацій залізної руди. Коефіцієнти екранування магнітного поля промислової частоти 2-6; електромагнітного випромінювання

ультрависокої частоти 2,5-12. Перевагою матеріалу є також малі коефіцієнти відбиття (до 0,3), що дуже важливе в умовах їх багатократного відбиття у виробничих приміщеннях, від будівельних конструкцій та металевого обладнання.

Останнім кроком є контроль електромагнітної обстановки після впровадження організаційно-технічних заходів з її нормалізації [5]. Цей етап є обов'язковим через те, що завжди існує імовірність наявності неіндефікованого джерела електромагнітного поля, що потребує наступного коригування вжитих заходів захисту [6, 7].

В даному дослідженні можна зробити наступні висновки:

1. Розроблення та впровадження організаційно-технічних заходів з нормалізації електромагнітної обстановки та коригування нею повинні здійснюватися за певним алгоритмом.

2. Усі заходи розробляються та впроваджуються на основі електромагнітного моніторингу упродовж часу, необхідного для визначення усіх її змін у часі і просторі.

3. Найбільш ефективним засобом ідентифікації джерел електромагнітних полів та визначення критичності є отримання спектра електромагнітного поля у приміщенні з наступним його аналізом.

4. Для нормалізації електромагнітної обстановки доцільно використовувати широкосмугові композитні металополімерні матеріали з керованими захисними властивостями.

### **Література**

1. Результати досліджень впливу магнітного поля (МП) промислової частоти (50 Гц) на поведінкові, гематологічні та імунологічні показники / Л.А. Томашевська, В.Ю. Думанський, С.В. Зотов[та ін.] // Гігієна населених місць. – 2014. – Вип. 64. – С. 161 – 171.

2. Глива В.А. Моніторинг та нормалізація фізичних факторів виробничого середовища при експлуатації автоматизованих систем: дис. ...докт.техн.наук: 05.26.01; Глива Валентин Анатолійович. – Київ, 2012. – 320 с.

3. Саєнко Ю.Л. Зниження рівнів гармонічних спотворень в електричних мережах з джерелами інтергармонік / Ю.Л. Саєнко, Т.К. Бараненко, Е.Б. Бараненко // Електрифікація транспорту. – 2012. – №3. – С. 78 – 83.

4. Valentyn Glyva, Jaroslav Lyashok, Iryna Matvieieva, Valerii Frolov, Larysa Levchenko, Oksana Tykhenko, Olena Panova, Oleksiy Khodakovskyy, Batyr Khalmuradov, Kyrylo Nikolaiev / «Development and investigation of protective properties of the electromagnetic and soundproofing screen» (розроблення та дослідження захисних властивостей електромагнітного та шумозахисного екрана) // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies (Восточно-Европейский журнал передових технологій) // Vol.6, №5(96), p.54-61.  
<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.150778>

5. Панова О. В. Захист працюючих від впливу електромагнітних полів екрануванням: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01 / Панова Олена Василівна – К., 2014. – 151 с.

6. О.В. Панова, К.Д. Ніколаєв, О.М. Тихенко, О.В. Ходаковський. / Дослідженні захисних властивостей металевих електромагнітних екранів та визначення умов їх максимальної ефективності // Збірник наукових праць «Системи управління навігації та зв'язку», - 2019. Вип. № 5(57), С. 102-105. <http://journals.nupp.edu.ua/sunz>

7. Панова О.В. Загальні критерії застосування електромагнітних екранів для забезпечення електромагнітної безпеки та сумісності технічного обладнання / Наука та інновації. «Вісті Донецького гірничого інституту», Вип.2(43), 2018, с.11.  
<https://doi.org/10.31474/1999-981x-2018-2-80-90>