

УДК 537.87:669.162.12 (045)

doi: <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2020-2-155-161>

О.В. Панова
Н.Б. Бурдейна
К.Д. Ніколаєв
Я.І. Бірук

ПЛАНУВАННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ БЕЗПЕКИ У ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЛЯХ ТА СПОРУДАХ

Мета. Визначення чинників невиробничого походження, які впливають на електромагнітну обстановку у промислових будівлях та впровадження послідовності заходів з її нормалізації.

Методика. Експериментально дослідженні джерела сторонніх електромагнітних полів у будівлях та спорудах, які можуть негативно впливати на працюючих та чутливі прилади на виробництві. Для цього, було визначено та використано засоби знаходження таких полів. Проведено узагальнення стану та опису електричних силових мереж а також розподілу інтенсивності високочастотних електромагнітних полів. Проаналізовано та представлено заходи електромагнітної безпеки на виробництві різного призначення.

Результати. Обстежено промислові п'ятиповерхової будівлі на предмет наявності струмів у металевих конструкціях. Отримані результати свідчать, що вони мають значні рівні електричних струмів в металевих конструкціях в залежності від стояка будівлі. Встановлено, що передумовою застосування заходів безпеки є аналіз стану електричних силових мереж, розподілу інтенсивності високочастотних електромагнітних полів тощо. Експериментально встановлено рівні електромагнітних полів у частково екранованих приміщеннях. Отримано типові залежності інтенсивності випромінювань мобільних телефонів від рівня сигналу з боку базових станцій. Обґрунтовано умови нормалізації електромагнітної обстановки у окремих приміщеннях та будівлі в цілому. Впроваджено заходи електромагнітної безпеки.

Наукова новизна. Для мінімізації впливу силових електричних мереж на електромагнітну обстановку у будівлі доцільно модернізувати її за схемою TN-S, або TN-C-S, що знижує рівні некомпенсованих електрострумів у мережі й відповідних магнітних полів.

Практична значимість. Встановлено, що: а) обов'язковим є визначення наявності сили електрострумів витоку на заземлених несучих конструкціях та інженерних мережах, які генерують магнітні поля гігієнічно значущих напруженостей; б) зниження рівнів цих струменів за рахунок технічних рішень додатково зменшує інтенсивність електроподібних процесів у металевих конструкціях; в) для зниження рівнів високочастотних електромагнітних полів у виробничих приміщеннях, які сформувалися за рахунок відбиття та перевідбиття електромагнітних хвиль доцільно застосувати композиційні екранувальні матеріали з керованими коефіцієнтами поглинання та відбиття. Такий підхід дозволить систематизувати загальний електромагнітний фон у приміщеннях та будівлі в цілому.

Ключові слова: електромагнітні поля; екранування; коефіцієнти екранування; композиційні матеріали.

Вступ.

Різноманітність та складні механізми формування електромагнітної обстановки у сучасних промислових будівлях і спорудах - електричні та магнітні поля промислової частоти, високочастотні електромагнітні поля зовнішніх та внутрішніх джерел, генерація за певних умов гармонік та інтергармонік промислової частоти тощо, робить неможливим нормалізацію рівнів полів за рахунок окремих організаційних або технічних заходів електромагнітної безпеки. У багатьох випадках є необхідність підвищення рівня електромагнітної сумісності електричного та електронного обладнання [1], що висуває додаткові вимоги до якості електроенергії у силовій мережі, випромінювальних здатностей окремих одиниць обладнання і т.н. У таких умовах застосування найефективнішого методу зниження рівнів полів широкочастотного

діапазону – екранування не може бути ефективним через формування у виробничому середовищі своєрідного ізотропного електромагнітного фону, що особливо актуально для магнітних полів наднизьких частот через їх квазістаціонарність.

Тому впровадження заходів з електромагнітної безпеки повинні здійснюватися послідовно з максимальним зниженням рівнів електричних, магнітних та електромагнітних полів невиробничого походження організаційними заходами, що мінімізує витрати на впровадження технічних рішень, захисних конструкцій тощо. Це потребує визначення побічних виявів на електромагнітну обстановку у промислових будівлях і спорудах, їх критичності з точки зору електромагнітної безпеки та формування попередніх заходів,

які спрощують виконання подальших безпечних робіт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

За наявності у будівлях переважної більшості електроспоживачів лінійними вольт - амперними характеристиками, електричні та магнітні поля формуються за рахунок власних полів електричного обладнання. Але у сучасних умовах частота нелінійних електроспоживачів через наявність значної кількості обладнання з імпульсними джерелами живлення, електронних систем керування електроприводом тощо, перевищує 20 %, обумовлює наявність у силовій мережі гармонік та інтергармонік електричного струму промислової частоти [2]. У загальному випадку боротьба з цим явищем, особливо за змінним навантаженням на силову мережу за рахунок спеціальних технічних рішень - компенсації реактивної потужності та придушення гармонік та інтергармонік [3, 4].

Але існують явища, які не можуть бути передбачені і ліквідовані стандартними технічними рішеннями, наприклад, магнітні поля електрострумів витоків, електромагнітні поля, обумовлені відбиттям та перевідбиттям електромагнітних хвиль [5, 6].

Тому потребують досліджень й визначення засобів знаходження саме побічні джерела електромагнітних полів. При цьому необхідно врахувати необхідність збереження у будівлях достатньо високих рівнів сигналів базових станцій мобільного зв'язку та внутрішніх бездротових мереж передачі інформації [7].

Мета статті.

Визначення чинників техногенного невиробничого походження, які впливають на електромагнітну обстановку у промислових будівлях і спорудах на працюючих та чутливі електронні прилади та планування і впровадження послідовності заходів з її нормалізації.

Методи дослідження.

1. Експериментальне дослідження джерел сторонніх техногенних електромагнітних полів у будівлях (із попереднім визначенням засобів

знаходження таких полів).

2. Аналіз та впровадження заходів електромагнітної безпеки (із попереднім узагальненням стану та опису електричних силових мереж а також розподілу інтенсивності високочастотних електромагнітних полів тощо).

Виклад основного матеріалу.

Особливістю багатьох промислових будівель і споруд в Україні є незадовільний стан силових електромереж та зношеність обладнання. Це стосується застарілої організації системи заземлення, нештатна робота конденсаторних блоків компенсації реактивної потужності тощо.

У багатьох будівлях, особливо адміністративних та офісних, організація електроживлення місцевого споживача здійснюється різними мережами, що заздалегідь обумовлює появу магнітних полів частот, гармонік промислової частоти. Переважна більшість досліджень та розробок стосується електричної безпеки працюючих, що не вимагає модернізації систем електроживлення, принаймні принципової.

У більшості будівель старої забудови функціонує система живлення за схемою TN-C- нульовий робочий та захисний провідники об'єднані в усій мережі. Об'єднаний нульовий провідник позначається як PEN. Крім інших вад така система живлення має недолік точки зору електромагнітної безпеки.

Як показали обстеження будівель, за підключення до таких мереж електронного обладнання, вона (система живлення) не відповідає за випромінювальними характеристиками чинним нормам, що впливає не тільки на персонал, а й створює проблеми з електромагнітної сумісності чутливих електронних приладів. У таких мереж нульових робочих провідниках трифазної розводки генерується некомпенсований електричний струм частотою 150 Гц. Такий струм є джерелом магнітного поля відповідної частоти.

Крім того, він призводить до перевантаження провідника та його обриву (відгоряння), а у таких мережа неможливо застосувати пристрої захисного вимкнення (RCD - residual current devices згідно з класифікацією міжнародної електротехнічної комісії ІЕС). Навіть за штатного функціонування таких систем, на нульовому робочому провіднику за протікання

електроструму відбувається падіння напруги, що є наслідками протікання електроструму небажаними шляхами (наприклад, екранованими обмотками кабелів).

З точки зору електричної безпеки для запобігання перевантаженню нульового провідника підвищують його переріз. Але, це не вирішує задачі електромагнітної безпеки, тобто генерації магнітного поля некомпенсованим електрострумом.

Уникнення такого явища можливе за рахунок монтажу у будівлі системи електроживлення за схемами TN-S (нульовий робочий провідник N та нульовий захисний провідник PE розділені).

У якості компромісу можна застосовувати систему TN-C-S (нульовий робочий та захисний провідники об'єднані на головних ділянках мережі у провідниках PEN, а далі розділені на провідники N та PE). Але чіткої вимоги щодо таких дій нормативів проектування електрообладнання немає [8].

При цьому у нормативі є вимога, яка наголошує, що електрообладнання не повинно шкідливо впливати на інше обладнання і мережу живлення в нормативних умовах, включаючи комутацію.

В той же час не наведено конкретики, крім загальних вимог про необхідність урахування коефіцієнта потужності $\cos\phi$, несиметричності по фазах, гармоніки тощо.

Таким чином, конструктивні особливості необхідно врахувати у кожному окремому випадку (об'єкті), що можливо тільки на основі обстеження.

Обстеження будівель як з точки зору монтажу електромережі, так і електромагнітної безпеки працюючих має ще один аспект. Чинні правила улаштування електроустановок [9] дозволяють у якості захисного провідника використовувати природні заземлювачі (тобто заземлені металеві конструкції будівель).

Наслідком, разом хибами монтажу електрообладнання та появою струмів витоку, у провідних елементах будівель (арматури, опорних колонах, системах водопостачання) протікають некомпенсовані електроструми, які генерують магнітні поля гігієнічно значущих рівнів.

Обстеження промислової п'ятиповерхової будівлі на предмет наявності струмів у металевих конструкціях свідчить, що вони мають значні рівні (табл.1).

Таблиця 1 - Електричні струми ми в металевих конструкціях будівлі

Номер стояка	Електричний струм у силовій мережі, А	Електричний струм на заземлений конструкції
1	25 - 27	1 - 3
2	20 - 21	1 - 3
3	35 - 38	5 - 6
4	25 - 26	3 - 5
5	40 - 45	6 - 7
6	36 - 38	5 - 6

Обговорення результатів.

Наведені дані свідчать про відсутність прямого зв'язку між електронавантаженням у силовій мережі та значеннями струмів витоку. Але їх значення такі, що вони можуть генерувати магнітні поля промислової частоти наднормативних значень.

Значення цих полів розраховується за відомими співвідношеннями:

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} dl \sin \phi$$

dB – індукція магнітного поля,

I – ефективне значення сили змінного струму,

μ_0 – магнітна стала,

dl – магнітний елемент струму,

r – відстань від елемента струму до точки визначення індукції магнітного поля,

ϕ – кут між елементом струму та напрямком r .

$$B = \oint \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} (dlr) = \int \frac{\mu_0 (Jr)}{4\pi r^2} dV$$

J - густина струму у об'ємі dV

Розрахунки свідчать що за наведених у Таблиці 1 значить струмів витоку індукція магнітного поля на відстані 5 м від струмонесучої конструкції складає 1,5 - 6,8 мТл, що перевищує гранично допустимі значення (1,75 мТл) для восьмигодинного робочого дня [10].

Наявність електрострумів витоку має ще один безпековий аспект. Він полягає у прискоренні корозії подібних процесів на несучих конструкціях у інженерних мережах під впливом протікання струмів.

Відомо, що найбільш інтенсивну корозію викликають блукаючі електричні струми джерел постійного струму (це

найбільш притаманне електричному транспорту). Але корозія суттєва внаслідок впливу змінних струмів для конструкційних сталей, а для кольорових металів і сплавів і навіть нержавіючої сталі досить велика. Наприклад, для найбільш поширеної конструкційної сталі це СТ-3 за наявності вологого середовища (наприклад контакт з землею) струми корозії складають 0,015 - 0,017 мА/см², для нержавіючої сталі 12Х18Н10Т відповідно складає 0,003 - 0,010 мА/см². Тобто, визначення струмів витoku провокують інтенсивне корозійне руйнування конструкцій. В принципі можлива ізоляція конструкцій від землі, але у цьому випадку вони заземляться під потенціалом і можливе протікання випадкових струмів крізь технологічне обладнання. Як тимчасовий захід можливо застосувати від струмів витoku додатковим провідником малого опору. Але у цьому випадку у коло відповідної конструкції необхідно послідовно підключати конденсатор, щоб уникнути протікання постійного струму внаслідок включення у коло різнорідних металів з різними опорами та подібним заземленням.

Ще одним важливим аспектом нормалізації електромагнітної обстановки у будівлях і спорудах є визначення фактичних рівнів та розподілів інтенсивності електромагнітних полів дуже високих і вищих частот (в основному – частот мобільного зв'язку та бездротових інформаційних мереж).

Головною проблемою є перерозподіл щільності потоків енергії внаслідок відбиття та перевідбиття електромагнітних хвиль [11]. У більшості випадків такі перерозподіли непередбачувані й визначаються інструментально.

У частково екранованих приміщеннях за зовнішнього сигналу 1,2-1,5 мкВт/см² на одному поверсі будівлі ці параметри суттєво відрізняються (Табл. 2).

Таблиця 2 - Рівні електромагнітних полів у частково екранованих приміщеннях*

№, п/п	1	2	3	4	5	6
W, мкВт/см ²	24,0	16,0	0,50	0,30	1,25	0,06

*Вимірювання здійснювалися у діапазоні 0,3-30 ГГц, зовнішній фон – 1,2-1,5 мкВт/см²

Враховуючи що ГДР складає 10 мкВт/см², у деяких приміщеннях спостерігається значне перевищення нормативного значення. В той же час, за сигналу нижчого, ніж 0,2 мкВт/см² можливе різке зростання рівнів власних електромагнітних полів засобів мобільного зв'язку, що є їх вбудованою функцією [12] (Рис. 1).

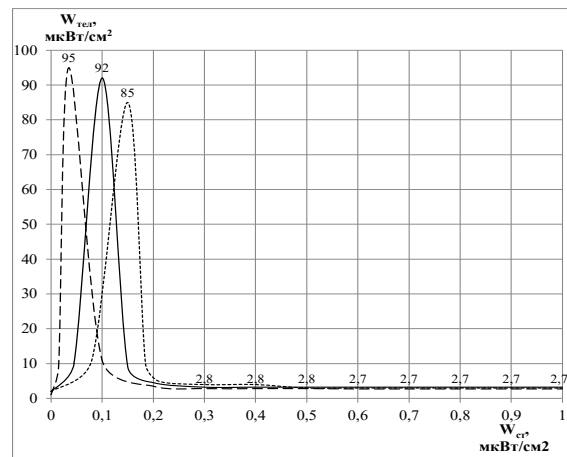


Рис. 1. Типові залежності інтенсивності випромінювань мобільних телефонів від рівня сигналу з боку базових станцій.

Таким чином, виникає необхідність попереднього визначення причин перерозподілу інтенсивності високочастотних електромагнітних полів та визначення можливостей зниження їх рівнів (за перевищення ГДР) та підвищення за надмірної екранізації.

Якщо для електричних та магнітних полів наднизької частоти можливе часткове аналітичне визначення напруженості та їх критичності, то для високочастотних електромагнітних полів усередині приміщень визначення відповідних заходів [13] лише експериментальними методами. Це дозволить визначити принаймні попередні заходи і засоби нормалізації рівнів високочастотних електромагнітних полів.

Ефективним засобом зниження щільності потоків енергій, які сформувалися внаслідок відбиття електромагнітних полів, є застосування облицювальних матеріалів з малими коефіцієнтами відбиття [14]. Перевагою таких матеріалів є можливість отримати облицювальну поверхню з потрібним співвідношенням поглинальних та відбивальних властивостей, що дозволить оптимізувати співвідношення електромагнітного фону у виробничих приміщеннях та

забезпечити необхідний сигнал базових станцій мобільного зв'язку та інших бездротових систем.

В умовах нормалізації складної електромагнітної обстановки [15] у окремих приміщеннях та у будівлі в цілому, впровадження усіх заходів, описаних вище є необхідними, але не достатніми.

Наступним заходом є визначення внеску електромагнітних полів внутрішніх (технологічного та допоміжного обладнання) та зовнішніх (лінії електропередач, електричний транспорт, станції зв'язку) джерел. Визначення їх інтенсивності надає можливість однозначно застосувати екранування окремих технічних засобів, приміщень або будівель. При цьому ступені екранування магнітних та електромагнітних полів повинні бути узгоджені, що дозволить не знизити рівень природного магнітного поля нижчого за нормативне для виробничих умов.

Висновки.

1. Планування та впровадження заходів електромагнітної безпеки повинно відбуватися у певній послідовності. Передумовою застосування заходів безпеки є аналіз стану електричних силових мереж, розподілу інтенсивності високочастотних електромагнітних полів тощо.

2. Для мінімізації впливу силових електричних мереж на електромагнітну обстановку у будівлі доцільно модернізувати її за схемою TN-S, або TN-C-S, знижує рівні некомпенсованих електрострумів у мережі й відповідних магнітних полів.

3. Обов'язковим є визначення наявності сили електрострумів витоку на заземлених несучих конструкціях та інженерних мережах, які генерують магнітні поля гігієнічно значущих напруженостей. Зниження рівнів цих струменів за рахунок технічних рішень додатково зменшує інтенсивність електроподібних процесів у металевих конструкціях.

4. Для зниження рівнів високочастотних електромагнітних полів у виробничих приміщеннях, які сформувалися за рахунок відбиття та перевідбиття електромагнітних хвиль доцільно застосувати композиційні екранувальні матеріали з керованими коефіцієнтами поглинання та відбиття, що дозволить систематизувати електромагнітний фон у приміщеннях та будівлі в цілому.

Список літератури

1. Панова О.В. Загальні критерії застосування електромагнітних екранів для забезпечення електромагнітної безпеки та сумісності технічного обладнання. *Вісті Донецького гірничого інституту*. 2018, Вип. 2(43), С. 80-90.
2. Перельют Т. М. Гармоніки електричних струмів промислової частоти та їх вплив на електромагнітну обстановку у приміщеннях. *Гігієна населених місць*. 2014, Вип. 64. С. 192-197.
3. Саенко Ю. Л., Бараненко Т. К., Бараненко Е. В. Методы компенсации реактивной мощности в сетях с нелинейными нагрузками. *Вісник приазовського державного технічного університету*. 2013, Вип. 26. С. 204-210.
4. Глива В. А., Ходаковський О.В., Тихенко О.М., Панова О.В. Засоби керування електромагнітною обстановкою в умовах її часових та просторових змін. *Управління розвитком складних систем*. 2019, Вип. 39. С. 199-205.
5. Здановський В. Г., Дармофал Е. А., Перельют Т. М. Електроструми витоку як джерела магнітних полів ненормативних рівнів та методи їх зниження. *Системи обробки інформації*. 2016, Вип. 5 (142). С. 178-181.
6. Khalifa T., Alnabi A. Electromagnetic Pollution Emitted from Base Station. *International Journal of Science and Research*. 2015, Vol. 4, P. 1125-132.
7. Касаткіна Н.В., Левченко Л.О., Панова О.В., Тихенко О.М., Ченчевой В.В. Оптимізація параметрів екранування електромагнітних полів різнорідних джерел у виробничих будівлях. *Вісті Донецького гірничого інституту*. 2020, Вип. № 1(46). С. 181-188.
8. ДБН В.2.5-23:2010 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 163 с.
9. Правила улаштування електроустановок: затв. наказом М-ва енергетики та вугільної промисловості України від 21.07.2017 р. № 476. Київ, 2017. 617 с.
10. ДСНіП 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів [Чинний від 2003-03-13]: затв. наказом М-ва охорони здоров'я України від 18.12.2002 р. № 476. Київ, 2003. 16 с. (Державні санітарні норми України).
11. Мордачев В. И., Юрцев О. А., Литвинко П. А. Влияние декоративных металлических покрытий зданий на электромагнитную обстановку и электромагнитную совместимость радиосистем. *Вестник белорусского государственного технического университета*. 2009, № 6. С. 42-47.
12. Тихенко О.М. Методи захисту працюючих від впливу електромагнітних випромінювань ультрависоких та вищих частот. *Проблеми охорони праці в Україні*. 2016, Вип. 32. С. 43-48.
13. Панова О.В. Дослідження захисних властивостей металевих електромагнітних екранів та визначення умов їх максимальної ефективності. *Системи управління навігації та зв'язку*. 2020, № 2(60), с. 127-130.
14. V.A. Glyva, L.O. Levchenko, O. V. Panova, O.M. Tykhenko, M.M. Radomska. The composite facing material for electromagnetic fields shielding. *Innovative Technology in Architecture and Design*. (ITAD 2020) (Kharkiv, 21-22 May 2020). Kharkiv, P. 1-7.
15. Панова О.В., Бірук Я.І. Концептуальні підходи до керування електромагнітною обстановкою у

виробничих умовах. Міжнародна наукова інтернет-конференція "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення". Розділ Технічні науки. Секція «Безпека життєдіяльності». (08.04.2020). Вип. 47.

References

1. Panova, O.V. (2018). General criteria for the use of electromagnetic screens to ensure electromagnetic safety and compatibility of technical equipment. *Visti Donec'kogo girnichogo institutu*, 2(43), 80-90. (in Ukrainian).

2. Perelyot, T.M. (2014). Harmoniky elektrychnykh strumiv promyslovyi chastoty ta yikh vplyv na elektromahnitnu sytuatsiyu v prymishchennyakh. *Hihiyena naselenykh punktiv*, 64, 192-197. (in Ukrainian).

3. Saenko, Yu. L., Baranenko, T.K., Baranenko, E.V. (2013). Metody kompensatsii reaktivnoy moshchnosti v setyakh s nelineynymi zagruzkami. *Visnyk pryazovs'koho derzhavnoho tekhnichnoho universytetu, Bulletin of the Azov State Technical University*, 26, 204-210. (in Russian).

4. Glyva, V.A., Khodakovsky, O.V., Tikhenko, O.M., Panova, O.V. (2019). Zasoby upravlinnya elektromahnitnoyu ustanovkoyu v umovakh yiyi chasovykh ta prostorovykh zmin. *Upravlinnya rozvytkom skladnykh system, Management of complex systems development*, 39, 199-205. (in Ukrainian).

5. Zdanovsky, V.G., Darmofal, E.A., Perelot, T.M. (2016). Elektrostrumy vitoku yak dzhherela mahnitnykh poliv nenormatyvnykh rivniv ta metody yikh znyzhennya. *Systemy obrobky informatsiyi*, 5(142), 178-181. (in Ukrainian).

6. Khalifa, T., Alnabi, A. (2015). Electromagnetic Pollution Emitted from Base Station. *International Journal of Science and Research*, 4, 1125-1132.

7. Kasatkina, N.V., Levchenko, L.O., Panova, O.V., Tikhenko, O.M., Chenchevoy, V.V. (2020). Optimization of shielding parameters of electromagnetic fields of heterogeneous sources in industrial buildings. *Visti Visti*

Donec'kogo girnichogo institutu, 1(46), 181-188. (in Ukrainian).

8. DBN B.2.5-23: 2010. *Proektuvannya elektroobladnannya ob'yektiv tsyvil'noho pryznachennya*. Kyiv, Ministry of Regional Development of Ukraine.(in Ukrainian).

9. *Pravyla nastroyky elektroustanovok*. (2017) zatv. nakazom M-va enerhetyky ta vuhil'noyi promyslovosti Ukrainy vid 21.07.2017, № 476. Kyiv. (in Ukrainian).

10. DSNiP 3.3.6.096-2002. *Derzhavni sanitarni normy i pravyla pry roboti z dzhherelamy elektromahnitnykh poliv*. Chynnyy vid 2003-03-13: zatv. nakazom M-va okhorony zdorov'ya Ukrainy vid 18.12.2002. № 476. Kyiv. (in Ukrainian).

11. Mordachev, V.I., Yurtsev, O.A., Litvinko, P.A. (2009). Vliyaniye dekorativnykh metallicheskikh pokrytiy zdaniy na elektromagnitnyy obstanovku i elektromagnitnyy sovmestimost' radiosistem. *Vestnik belorusskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 6, 42 - 47. (in Russian).

12. Tikhenko, O.M., (2016). Metody zakhystu pratsyuyuchykh vid vplyvu elektromahnitnykh vyprominyuvan' ul'travysokykh ta vyshchykh chastot. *Problemy okhorony pratsi v Ukraini*, 32, 43-48. (in Ukrainian).

13. Panova O.V. (2020). Doslidzhennya zakhysnykh vlastyvostrykh metalevykh elektromahnitnykh ekraniv ta vyznachennya umov yikh maksymal'noyi efektyvnosti. *Systemy upravlinnya navihatsiyi ta zv'yazku*, 2(60), 127-130. (in Ukrainian).

14. Glyva V.A., Levchenko L.O., Panova O.V., Tykhenko O.M., Radomska M.M. (2020). *The composite facing material for electromagnetic fields shielding. Innovative Technology in Architecture and Design (ITAD 2020)*. Kharkiv.

15. Panova O.V., Biruk Y.I. (2020). *Kontseptual'ni pidkhody do keruvannya elektromahnitnoyu obstanovkoyu u vyrobnychykh umovakh. Mizhnarodna naukova internet-konferentsiya "Informatsiyne suspil'stvo: tekhnologichni, ekonomichni ta tekhnichni aspekty stanovlennya". Rozdil Tekhnichni nauky. Sektsiya «Bezpeka zhyttyediyal'nosti»*. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції 29.11.2020

Рецензент д-р. техн. наук, проф. В.А. Глива.

Панова Олена Василівна – канд. техн. наук, доцент, кафедра фізики, Київський національний університет будівництва і архітектури (пр. Повітрофлотський, 31, м. Київ, Україна, 03037), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7975-1584>.

E-mail: elenapanova169@gmail.com,

Бурдейна Наталія Борисівна – канд. педаг. наук, доцент кафедра фізики, Київський національний університет будівництва і архітектури (пр. Повітрофлотський, 31, м. Київ, Україна, 03037), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2812-1387>.

E-mail: bnb777@meta.ua

Ніколаєв Кирило Дмитрович – канд. сільськогоспод. наук, доцент, кафедра екології Національний авіаційний університет (пр. Любомира Гузара, 1, м. Київ, Україна, 03058), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0404-6113>.

E-mail: nikolaev.kirill@gmail.com

Бірук Яна Ігорівна - асистент, кафедра фізики, Київський національний університет будівництва і архітектури (пр. Повітрофлотський, 31, м. Київ, Україна, 03037), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3669-9744>.

E-mail: biruk.iai@knuba.edu.ua

PLANNING AND IMPLEMENTATION OF ELECTROMAGNETIC SAFETY MEASURES IN INDUSTRIAL BUILDINGS AND STRUCTURE

Objective. Identification of factors of non-productive origin that affect the electromagnetic situation in industrial buildings and the implementation of a sequence of measures to normalize it.

Methods. Experimental study of the source of extraneous electromagnetic fields in buildings and structures that adversely affect workers and sensitive devices in production. To do this, the means of finding such fields were identified and used. The state and description of electric power networks as well as the distribution of the intensity of high-frequency electromagnetic fields are generalized. Electromagnetic safety measures in the production of various purposes are analyzed and presented.

Results. Industrial five-storey buildings were inspected for currents in metal structures. The results show that they have significant levels of electric currents in metal structures depending on the riser of the building. It is established that the precondition for the application of safety measures is the analysis of the state of electric power networks, the distribution of the intensity of high-frequency electromagnetic fields, etc. The levels of electromagnetic fields in partially shielded rooms have been experimentally established. Typical dependences of radiation intensity of mobile phones on the signal level from base stations are obtained. The conditions of normalization of the electromagnetic situation in individual rooms and the building as a whole are substantiated. Electromagnetic safety measures have been introduced.

Scientific novelty. To minimize the impact of electrical networks on the electromagnetic environment in the building, it is advisable to upgrade it according to the scheme TN-S, or TN-C-S, which reduces the levels of uncompensated electric currents in the network and the corresponding magnetic fields.

Practical significance. It is established that: a) it is obligatory to determine the presence of leakage electric currents on grounded bearing structures and engineering networks that generate magnetic fields of hygienically significant voltages; b) reducing the levels of these jets due to technical solutions further reduces the intensity of electro-like processes in metal structures; c) to reduce the levels of high-frequency electromagnetic fields in production facilities, which are formed due to the reflection and re-reflection of electromagnetic waves, it is advisable to use composite shielding materials with controlled absorption and reflection coefficients. This approach will systematize the overall electromagnetic background in the premises and the building as a whole.

Keywords: electromagnetic fields; shielding; screening factors; composite materials.

Panova Olena - PhD, Associate Professor, Department of Physics, Kyiv National University of Construction and Architecture (31, Povitroflotsky ave, Kyiv, Ukraine, 03037), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7975-1584>.
E-mail: elenapanova169@gmail.com

Burdeina Nataliia - PhD, Associate Professor, Department of Physics, Kyiv National University of Construction and Architecture (31, Povitroflotsky ave, Kyiv, Ukraine, 03037), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2812-1387>.
E-mail: bnb777@meta.ua,

Nikolaiev Kyrylo - PhD, Associate Professor, Department of Ecology, National Aviation University (1, Lubomir Husar ave., Kyiv, Ukraine 03058), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0404-6113>
E-mail: nikolaev.kirill@gmail.com

Biruk Yana - Assistant, Department of Physics, Kyiv National University of Construction and Architecture (31, Povitroflotsky ave, Kyiv, Ukraine, 03037), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3669-9744>.
E-mail: biruk.iai@knuba.edu.ua