

О. І. Токарський¹, Л. А. Зозуля², Я. О. Галонько³, О. О. Москаленко⁴

¹ Державна служба України з надзвичайних ситуацій у Закарпатській області, Мукачеве, Україна

² Державний університет «Київський авіаційний інститут», Київ, Україна

³ Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна

⁴ Науково-дослідний інститут воєнної розвідки, Київ, Україна

ЗАСОБИ НОРМАЛІЗАЦІЇ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ СЕРЕДОВИЩА ПРИМІЩЕНЬ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Анотація. Визначено засади нормалізації рівнів фізичних факторів середовища приміщень спеціального призначення. До таких приміщень належать сховища цивільного захисту, щити керування енергетичними об'єктами тощо. Показано, що однією з головних задач є оздоровлення середовища з використанням світлодіодних джерел ультрафіолетового випромінювання. Перевагою таких систем є можливість застосування у присутності людей. За відстані від двох метрів до людей впродовж восьми годин не досягається гранично допустима доза ультрафіолетового випромінювання (30 Дж/м^2). При застосуванні на кожні 25 м^3 об'єму приміщення випромінювача напруженістю 5 Вт досягається високий ступінь оздоровлення середовища. Кількість колоній хвороботворних грибів знижується у 1,8–2,8 рази. Загальне мікробне число – у 1,7–2,2 рази. Цей процес досить тривалий, тому доцільно не вимикати джерело випромінювання навіть за відсутності людей. Мала потужність випромінювачів не впливає суттєво на енерговитрати. Ультрафіолетове випромінювання світлодіодів іонізує повітря приміщень. Одна світлодіодна система упродовж трьох годин підвищує концентрацію іонів повністю деіонізованого повітря до $1100\text{--}1200 \text{ см}^{-3}$. При цьому нормативні значення концентрації (400 см^{-3} позитивних і 600 см^{-3} негативних) досягається упродовж 20–30 хвилин, що краще за відомі пристрої іонізації повітря. Підвищені концентрації іонів сприяють очищенню повітря від дрібнодисперсного пилю та аерозолів. Слід враховувати, що у системах примусової вентиляції і охолодження відбувається значна деіонізація повітря. Для забезпечення електромагнітної безпеки людей стіни приміщень доцільно покривати рідким композиційним матеріалом. Шар завтовшки $1,0\text{--}1,5 \text{ мм}$ забезпечує коефіцієнти екранування електромагнітних випромінювань ультрависоких частот $3,8\text{--}8,0$. При цьому коефіцієнти відбиття складають $0,25\text{--}0,32$, що знижує електромагнітний фон за рахунок перевідбиття випромінювань. Покриття захисною сумішшю поверхонь напівпідвальних та підвальних приміщень сприяє уникненню потрапляння радону у середовище перебування людей.

Ключові слова: сховища, дебактеризація, іонізація, електромагнітна безпека.

Вступ

Нормативні значення фізичних факторів – мікрокліматичних показників, концентрацій іонів у повітрі, рівнів електромагнітних полів, радіаційний фон є важливими умовами безпечного перебування людей. У більшості виробничих та житлових приміщень такі показники забезпечуються конструктивними рішеннями будівель та системами їх життєзабезпечення. Але у сучасних умовах в Україні існує потреба у великій кількості сховищ цивільного захисту. При цьому у стаціонарних сховищах параметри середовища передбачені на стадіях їх проєктування, а пристосовані сховища у більшості не відповідають жодним вимогам. В той же час у таких приміщеннях може перебувати багато людей з великою щільністю розташування упродовж тривалого часу. Зазвичай у пристосованих сховищах недостатність ефективності вентиляції призводить до значної деіонізації повітря, підвищення відносної вологості, накопичення діоксиду вуглецю тощо. Такі приміщення розташовані у підвалах та напівпідвалах, у яких може накопичуватись радон, виявлення якого дуже складне через відсутність відповідних детекторів. У пристосованих приміщеннях розміщують точки доступу бездротового зв'язку, що може призводити до підвищення електромагнітного фону. Роботи з моніторингу значень фізичних факторів потребують наявності відповідної апаратури, витрат часу та значних коштів. Тому доцільно визначити систему заходів й перелік засобів, які з великою вірогідністю забезпечать нормальні параметри середовища і підтримання їх на

нормативному рівні упродовж тривалого часу.

Огляд літературних джерел. Конструктивні рішення й стан середовища у приміщеннях сховищ цивільного захисту регламентуються національними нормами і стандартами [1, 2]. Але ці документи стосуються стаціонарних об'єктів. Крім того у них не містяться конкретні заходи нормалізації параметрів середовища. Існують нормативи щодо мікрокліматичних параметрів середовища для різних пір року та концентрації іонів [3–5]. Але ці вимоги також закладаються у конструктивні рішення та стосуються виробничих умов. При цьому регламентована площа, яка припадає на одну людину. У пристосованих сховищах кількість та щільність перебування людей не передбачувана. Існує низка досліджень, які стосуються динаміки кількісних значень фізичних факторів у нестандартних умовах. У роботі [6] досліджено зв'язок концентрацій іонів, відносної вологості повітря та напруженостей електростатичних полів у приміщеннях із застосуванням ультразвукового зволожувача та стандартного пристрою охолодження повітря. Встановлені зв'язки можна використати для розроблення організаційних та нічних заходів нормалізації фізичних факторів середовища приміщень спеціального призначення. Але застосування зволожувача не завжди виправдано у підвальних приміщеннях, де відносні вологості достатньо великі.

Крім того підвищенню вологості сприяє велика кількість людей. У роботі [7] запропоновано підтримання концентрацій іонів спеціальним ультразвуковим пристроєм. Але застосовувати окремі пристрої

для нормалізації одного фактору не завжди раціонально. У дослідженнях [8–10] запропоновано застосування світлодіодних систем ультрафіолетового випромінювання для знезараження середовища та іонізації повітря в умовах епідемії коронавірусу. Такий підхід може бути плідним для приміщень спеціального призначення – як сховищ цивільного захисту, так і інших приміщень – пультів управління об'єктів критичної інфраструктури. В усіх приміщеннях, що розглядаються, не можна виключати наявність підвищеного електромагнітного фону. У дослідженнях [11, 12] наведено результати випробувань рідких матеріалів з малими коефіцієнтами відбиття електромагнітних хвиль. Доцільно розглянути можливості їх застосування у сховищах цивільного захисту та інших об'єктах критичної інфраструктури. Але усі розглянуті дослідження стосуються окремих фізичних факторів, нормалізація яких може призвести до змін значень інших критичних факторів. Тому доцільно застосувати комплексний підхід до цієї проблематики.

Мета роботи – обґрунтувати й розробити комплекс організаційно-технічних заходів нормалізації рівнів фізичних факторів у приміщеннях спеціального призначення.

Викладення основного матеріалу

Усі приміщення спеціального призначення умовно можна розділити на дві категорії. Перша – сховища цивільного захисту, друга – приміщення, у яких здійснюється керування об'єктами критичної інфраструктури. Найбільш актуальною в Україні є задача забезпечення прийнятних умов перебування людей у пристосованих сховищах. Складність задачі полягає у непередбачуваній кількості людей, які одночасно перебувають у сховищі, що впливає на параметри середовища. При цьому частина людей може мати хворобливий стан. Тому головною задачею є забезпечення оздоровлення середовища. Зазвичай у закладах охорони здоров'я це досягається застосуванням ртутних ламп ультрафіолетового випромінювання. Але їх використання заборонено у присутності людей. Тому доцільно використовувати світлодіодні системи знезараження повітря і поверхонь. Було проведено експериментальні дослідження зниження

кількості колоній бактерій та грибів під впливом ультрафіолетового випромінювання з довжиною хвилі 280 нм, джерелом якого були світлодіоди. Попередніми дослідженнями [8] встановлено, що за будь-яких умов доза ультрафіолетового випромінювання світлодіодів не досягає гранично допустимого значення 30 Дж/м² згідно ДСТУ EN 62471:2017. Єдиною умовою є мінімальна відстань джерел випромінювань до людей – 2 м. Для дебактеризації повітря використовувалися світлодіодні системи ультрафіолетового випромінювання LED NC T5-5W-275 NM вітчизняного виробництва потужністю 5 Вт. Для виявлення кількості мікроорганізмів застосовувалися тест-системи R-Biopharm AG. Визначення ступеня знезараження середовища здійснювалося за показником N – кількість колоній утворюючих одиниць (КОУ) на 1 дм² поверхні. Вимірювання здійснювалися у двох точках приміщення – найближчій та найвіддаленішій від входу до приміщення.

Результати вимірювань змін кількості колоній пліснявих грибів наведено на рис 1. Слід зазначити, що вимірювання кількості колоній грибів та бактерій дещо неоднозначні. Існують розбіжності змін кількості колоній під впливом ультрафіолетового випромінювання. Швидше за все це обумовлене тим, що гриби певним чином зменшують кількість бактерій і в приміщеннях з великою кількістю грибів кількість колоній бактерій нижча. Крім того, не дивлячись на однотипність приміщень існують певні відмінності у режимах природної вентиляції, наприклад інфільтрація повітря крізь вікна. Також було визначено зміну загального мікробного числа на поверхнях за КОУ/дм² (рис. 2).

Дані рис. 1, 2 свідчать, що знезараження середовища відбувається досить повільно. Це відповідає усім доступним даним щодо впливу оздоровчих факторів на стан середовища. Навіть застосування потужних ртутних ламп вимагає певного часу впливу. Отримані дані відповідали умовам, за яких світлодіодна система потужністю 5 Вт обслуговувала 25 м³ об'єму приміщення. За таких потужностей, навіть виходячи з міркувань електрозбереження, світильники можна не вимикати, що забезпечує неперервне оздоровлення середовища й його готовність до присутності людей.

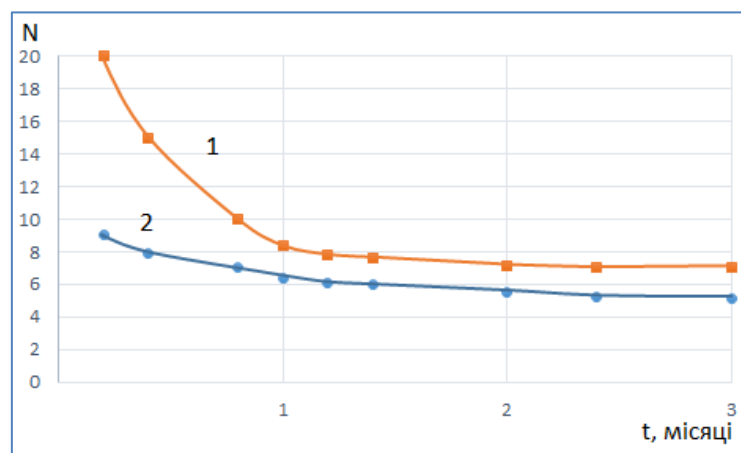


Рис. 1. Зміна кількості колоній грибів на поверхнях приміщення з часом ультрафіолетового опромінення: 1 – на максимальній відстані від входу до приміщення; 2 – на мінімальній відстані.

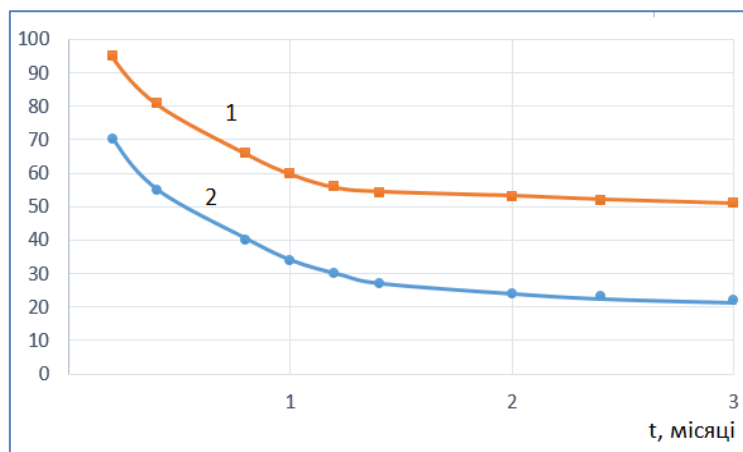


Рис. 2. Зміна загального мікробного числа на поверхнях приміщень з часом ультрафіолетового опромінення: 1 – на максимальній відстані від входу до приміщення; 2 – на мінімальній відстані.

Відомо, що ультрафіолетове випромінювання викликає іонізацію газів, що обґрунтовано експериментально та теоретично [8]. Тому було визначено зміни концентрацій іонів у повітрі приміщень під впливом ультрафіолетового випромінювання світлодіодних систем. Дослідження здійснювалися у тих самих приміщеннях із застосуванням одного світильника потужністю 5 Вт на 25 м³ об'єму приміщення.

Фонові концентрації негативних іонів складали 160–190 см⁻³, позитивних – 140–180 см⁻³. На рис. 3 наведено зміни середніх концентрацій іонів обох знаків у повітрі приміщення у залежності від часу роботи світлодіодних систем ультрафіолетового випромінювання.

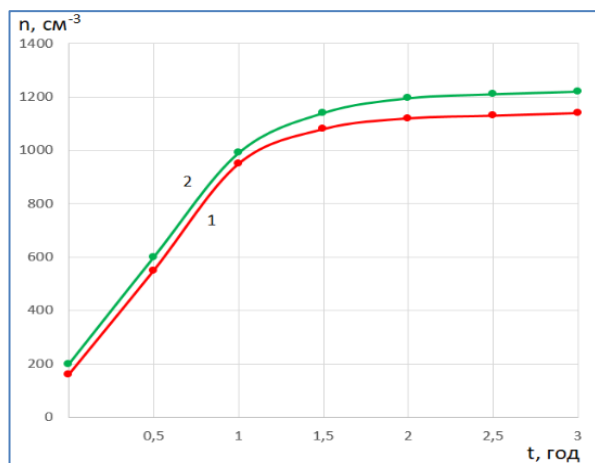


Рис. 3. Зміна концентрації іонів у повітрі приміщення під впливом ультрафіолетового опромінення: 1 – концентрації позитивних іонів; 2 – концентрації негативних іонів

Як видно з рис. 3, концентрації іонів обох знаків швидко підвищуються до значень, вищих за мінімально допустимих (негативних – 600 см⁻³, позитивних

– 400 см⁻³). Це пояснюється тим, що процес іонізації молекул повітря відбувається відразу по усьому об'єму через випадкові взаємодії квантів випромінювання з молекулами газу. Такий спосіб іонізації повітря набагато ефективніший за відомі (високовольтні розряди, ультразвукові випромінювачі) через відсутність необхідності розповсюдження іонів від джерела іонізації спрямованим рухом повітря.

Слід зазначити, що підвищена концентрація іонів сприяє очищенню повітря від дрібнодисперсного пилу та аерозолів. Осідаючи на ці частинки, іони надають їм заряд, що спричиняє дрейф завислих частинок до поверхонь, де вони осідають [13].

У процесі організації тимчасових сховищ цивільного захисту слід враховувати проблеми, пов'язані з вентиляцією та кондиціонуванням повітря.

У металевих повітропроводах, виготовлених з оцинкованого заліза, відбувається деіонізація повітря за обома полярностями. Дослідження свідчать, що кількісні дані щодо цього показника неоднозначні. У реальній припливно-витяжній системі зниження концентрацій негативних іонів складає 40–50 см⁻³ на 1 м погонний повітропроводу. Позитивних – 80–100 см⁻³. У лабораторних умовах отримані дані: негативних 80–90 см⁻³ на погонний метр, позитивних 200–250 см⁻³ на погонний метр. Така неоднозначність зумовлена кількома чинниками – вихідною концентрацією іонів, діаметром повітропровода, наявністю пилу на поверхнях тощо. Тому у реальних умовах бажано підвищувати концентрації іонів за допомогою штучної іонізації повітря. Виходячи з сучасних поглядів, оптимальною вважається концентрація іонів 2000–3000 см⁻³ обох знаків. До того ж слід враховувати деіонізацію повітря split-системами. Ці процеси також неоднозначні. У приміщеннях одного об'єму зниження концентрацій іонів охолоджуючими пристроями різних марок відрізняється (табл. 1).

Таблиця 1 – Деіонізація повітря системами охолодження повітря

Пристрій	Вихідні концентрації		Концентрації після трьох годин роботи	
	n^-	n^+	n^-	n^+
1	620–650	730–750	420–430	480–500
2	620–640	740–750	590–610	390–400
3	470–490	680–700	110–120	100–110

Наведені дані свідчать, що доцільне підвищення концентрації іонів штучними методами. Слід враховувати, що за присутності великої кількості людей внаслідок дихання утворюються аерозолі, які є чинником іонізації повітря.

Проблема нормативних показників якості повітря існує й у інших приміщеннях спеціального призначення. У приміщеннях щитів керування енергетичними об'єктами спостерігаються значні рівні електромагнітних полів, що призводить до осідання іонів й деіонізації повітря принаймні за однієї полярності. Не дивлячись на те, що системи примусової вентиляції надійно заземлені, деіонізація повітря у них на таких об'єктах підвищена.

Окремого розгляду заслуговує проблематика електромагнітної безпеки людей у сховищах та інших приміщеннях спеціального призначення.

Наявність точок доступу мобільного зв'язку у повністю замкнених об'ємах викликає підвищення електромагнітного фону внаслідок відбиття та перевідбиття електромагнітних хвиль. Для уникнення такого явища стіни приміщень доцільно вкривати радіопоглинальними матеріалами з малими коефіцієнтами відбиття. Матеріали на основі фарб зручно наносити на поверхні будь-якої конфігурації. Композиційні матеріали з додаванням магнетиту та графіту мають прийнятну вартість та достатні коефіцієнти загального екранування за малих коефіцієнтів відбиття. У табл. 2 наведено показники композиції на основі геополімерної фарби з додаванням 45 % та 60 % (ваг.) магнетиту. В обох випадках кількість лускатого графіту складала 5 % (ваг.).

Таблиця 2 – Коефіцієнти екранування K_s та коефіцієнти відбиття K_r композиційного матеріалу з вмістом магнетиту 45 та 60 % та графіту 5 %

Матеріал	K_s	K_r
45%	3,8–4,2	0,25–0,27
60%	7,7–8,0	0,30–0,32

Слід зазначити, що наведені дані отримані для низьких інтенсивностей електромагнітних випромінювань. Тобто, розглядаються побутові умови. Випромінювання високих інтенсивностей будуть екра-

нуватися значно гірше за рахунок меншого поглинання електромагнітної енергії. Коефіцієнти відбиття залишаються незмінними.

Товщина покриттів складала 1,0–1,5 мм. Частота електромагнітного випромінювання – 2,45 ГГц. Такі фарби є екологічними, тому їх можна застосовувати у приміщеннях будь-якого призначення. Достатньо товстий шар покриття додатково сприяє герметизації приміщення для запобігання просочування радону, що є актуальним для підвальних та напівпідвальних пристосованих сховищ цивільного захисту.

Висновки

1. У приміщеннях спеціального призначення, зокрема сховищах цивільного захисту, перебуває велика кількість людей. Це вимагає застосування засобів оздоровлення середовища. Використання світлодіодних систем знезараження середовища дозволяє знизити кількість колоній утворюючих одиниць хвороботворних грибів у 1,8–2,8 рази; знизити загальне мікробне число у 1,7–2,2 рази. Враховуючи малу потужність світлодіодних систем ультрафіолетового випромінювання, їх можна не вимикати за відсутності людей й неперервно знезаражувати приміщення.

2. Світлодіодні системи ультрафіолетового випромінювання забезпечують іонізацію повітря. Один світильник потужністю 5 Вт у об'ємі 25 м³ підвищує концентрації іонів обох полярностей у 3–4 рази упродовж малого проміжку часу. При цьому за повної деіонізації повітря нормативні значення (400 см³ позитивних і 600 см³ негативних) досягаються упродовж 20–30 хвилин. Штучна іонізація повітря необхідна через його значну деіонізацію у системах припливно-витяжної вентиляції та охолодження повітря.

3. Для забезпечення електромагнітної безпеки людей доцільно покривати поверхні приміщень рідкими композиціями з вмістом магнетиту та графіту. За вмісту магнетиту 45–60 % (ваг.) та графіту 5 % (ваг.) коефіцієнти екранування електромагнітних випромінювань ультрависокої частоти складають ,8–8,0; коефіцієнти відбиття електромагнітних хвиль – 0,25–0,32. Достатньо товстий шар покриття (1,0–1,5 мм) сприяє запобіганню проникнення радону у підвальні та напівпідвальні приміщення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» затверджений наказом Міністерства розвитку громади, територій та інфраструктури України від 10.08.2023 № 702.
- ДСТУ 8773:2018 «Склад та зміст розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту в складі проектної документації на будівництво об'єктів» затверджений наказом затверджений наказом Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від 15.05.2018 р. № 140.
- ДБН В.1.2-8:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Гігієна, здоров'я та захист довкілля» затверджений наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 30.12.2021 № 366.
- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» затверджений наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 25.01.2013 р. № 24.
- ДСНтаП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», затверджені наказом МОЗ України від 8.04.2014 № 248.
- Bolibrukh, B., Glyva, V., Kasatkina, N., Levchenko, L., Tykhenko, O., Panova, O., Bogatov, O., Petrunok, T., Aznaurian, I., & Zozulya, S. (2022). Monitoring and management ion concentrations in the air of industrial and public premises. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(10(115)), 24–30. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253110>.
- Levchenko, L., Burdeina, N., Glyva, V., Kasatkina, N., Biliaiev, M., Biliaieva, V., Tykhenko, O., Petrunok, T., Biruk, Y., Bogatov, O. (2023). Identifying regularities in the propagation of air ions in rooms with artificial air ionization Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4(10(124)), pp. 6–14. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.285967>.

8. Glyva, V., Nazarenko, V., Burdeina, N., Leonov, Y., Kasatkina, N., Levchenko, L., Tykhenko, O., Krasnianskyi, G., Petrunok, T., Biruk, Y. (2023). Determining the efficiency of using led sources of ultraviolet radiation for ionization and disinfection of room air. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (10 (123)), 23–29. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.282784>.
9. Glyva, V., Nazarenko, V., Burdeina, N., Leonov, Y., Kasatkina, N., Levchenko, L., Tykhenko, O., Krasnianskyi, G., Petrunok, T., Biruk, Y. (2023). Determining the efficiency of using led sources of ultraviolet radiation for ionization and disinfection of room air. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (10 (123)), 23–29. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.282784>.
10. Nazarenko V.I., Leonov Yu.I., Glyva V.A., Burdeina N.B., Cherednichenko I.M., Pochta V.N., Holubeva A.O. The influence of UV-LED lamps radiation on indicators of microflora in university auditoriums. *Ukrainian journal of occupational health*. 2023. Vol. 19. № 1. P. 42–50. <https://doi.org/10.33573/ujoh2023.01.042>.
11. Glyva, V., Bakharev, V., Kasatkina, N., Levchenko, O., Levchenko, L., Burdeina, N., Guzii, S., Panova, O., Tykhenko, O., Biruk, Y. Design of liquid composite materials for shielding electromagnetic fields. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2021, 3(6-111), pp. 25–31. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.231479>.
12. V. Glyva, L. Levchenko, N. Burdeina, T. Tkachenko, G. Twardowski, Y. Biruk, S. Zozulia, L. Zozulia. (2024). Innovative Means of Normalizing Physical Factors the Environment in the Processes of Reconstruction and Restoration Historical Heritage Objects. *International Journal of Conservation Science*. Volume 15, Issue 3, pp. 1287-1302, DOI: 10.36868/IJCS.2024.03.09.
13. Tykhenko, O., Glyva, V., Levchenko, L., Burdeina, N., Biruk, Y., Zozulya, S., Krasnianskyi, G., Nikolaiev, K., Aznaurian, I., & Zozulia, L. (2024). Study of air deionization factors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(10 (128)), 26–33. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300909>.

Received (Надійшла) 23.02.2025

Accepted for publication (Прийнята до друку) 30.04.2025

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ / ABOUT THE AUTHORS

Токарський Олександр Іванович – доктор філософії, начальник другого Державного пожежно-рятувального загону головного управління державної служби України з надзвичайних ситуацій у Закарпатській області, Мукачеве, Україна;
Oleksandr Tokarskiy – PhD, chief, 2 State Fire and Rescue Detachment of the Main Directorate of the State Emergency Service of Ukraine in the Zakarpattia Oblast, Mukacheve, Ukraine;
 e-mail: tokarskiyoleksandr@ukr.net; ORCID Author ID: <https://orcid.org/0000-0001-6683-8437>;
 Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57963188000&origin=resultlist>.

Зозуля Лариса Андріївна – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри цивільної та промислової безпеки, Державний університет «Київський авіаційний інститут», Київ, Україна;
Larysa Zozulia – PhD, senior lecturer Department of Civil and Industrial Safety, State University «Kyiv Aviation Institute», Kyiv, Ukraine;
 e-mail: larysa.zozulia26@gmail.com; ORCID Author ID: <http://orcid.org/0000-0001-8180-9204>;
 Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59152420400>

Галонько Ярослав Орестович – аспірант кафедри технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна;
Yaroslav Halonko – PhD student at the Department of Environmental Protection Technologies and Labour Protection, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine;
 e-mail: halonko_yo-2024@knuba.edu.ua, ORCID Author ID: <https://orcid.org/0009-0000-4932-4338>.

Москаленко Олександр Олександрович старший науковий співробітник відділу п'ятого управління Науково-дослідного інституту воєнної розвідки, Київ, Україна;
Oleksandr Moskalenko – Senior Researcher of Research Institute of Military Intelligence, Kyiv, Ukraine;
 e-mail: sms.dlya.ss@gmail.com; ORCID Author ID: <https://orcid.org/0009-0005-6401-8255>.

Means of normalising the physical factors of the environment of special purpose premises

Oleksandr Tokarskiy, Larysa Zozulia, Yaroslav. Halonko, Oleksandr Moskalenko

Abstract. The principles of normalising the levels of physical environmental factors in special purpose premises are defined. Such premises include civil protection shelters, control panels of energy facilities, etc. It is shown that one of the main tasks is to improve the environment using LED ultraviolet radiation sources. The advantage of such systems is that they can be used in the presence of people. At a distance of two metres from people, the maximum permissible dose of ultraviolet radiation (30 J/m²) is not reached within eight hours. When a 5 W emitter is used for every 25 m³ of room volume, a high degree of environmental health is achieved. The number of colonies of pathogenic fungi is reduced by 1.8–2.8 times. The total microbial count is reduced by 1.7–2.2 times. This process is quite long, so it is advisable not to switch off the radiation source even in the absence of people. The low power of the emitters does not significantly affect energy consumption. The ultraviolet radiation of LEDs ionises the air in the room. One LED system increases the concentration of ions in fully deionised air to 1100–1200 cm⁻³ within three hours. At the same time, the standard concentration values (400 cm⁻³ positive and 600 cm⁻³ negative) are achieved within 20–30 minutes, which is better than the known air ionisation devices. Increased concentrations of ions help to purify the air from fine dust and aerosols. It should be borne in mind that in forced ventilation and cooling systems, significant air deionisation occurs. To ensure the electromagnetic safety of people, it is advisable to cover the walls of the premises with a liquid composite material. A layer of 1.0–1.5 mm thick provides shielding coefficients of electromagnetic radiation of ultrahigh frequencies of 3.8–8.0. At the same time, the reflection coefficients are 0.2–0.32, which reduces the electromagnetic background due to the re-reflection of radiation. Coating the surfaces of semi-basement and basement rooms with a protective mixture helps to avoid radon entering the environment of people.

Keywords: storage facilities, decontamination, ionisation, electromagnetic safety.