

Толкунов І.О., заст. нач. каф., НУЦЗУ

БІПОЛЯРНА ІОНІЗАЦІЯ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИМІЩЕНЬ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ МОБІЛЬНОГО ГОСПІТАЛЮ МНС УКРАЇНИ

(представлено д-ром фіз.-мат. наук Яковлевим С.В.)

Обґрунтована доцільність біполярної аероіонізації приміщень функціональних підрозділів мобільного госпіталю МНС України. Запропонована конструкція біполярного аероіонізатора, що регулюється, та визначені співвідношення, які дозволяють оцінити аероіонний режим приміщень при використанні розробленого біполярного генератора аероіонів.

Ключові слова: Державна служба медицини катастроф, мобільний госпіталь, приміщення функціональних підрозділів мобільного госпіталю МНС України, аероіон, аероіонізація, біполярний генератор аероіонів

Постановка проблеми. Одним із основних завдань, які покладаються на особовий склад підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту (ОРС ЦЗ) МНС України, є медико-біологічне забезпечення постраждалого населення в зонах надзвичайних ситуацій (НС), яке включає локалізацію та ліквідацію медико-санітарних наслідків НС [1]. Завдання виконується силами і засобами Державної служби медицини катастроф (ДСМК), до складу якої, поряд із представниками інших силових структур нашої держави, виділяє особовий склад та матеріально-технічні засоби і МНС України [2].

До складу означених структур відноситься мобільний госпіталь МНС України (МГ), який призначений для надання кваліфікованої та деяких видів спеціалізованої медичної допомоги постраждалому населенню й рятувальникам в зонах надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру, входить до складу підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України та включений до переліку медичних формувань Державної служби медицини катастроф України, а підвищенню ефективності його використання та удосконаленню матеріально-технічного оснащення приділяється особлива увага [3]. Одним з

напрямків рішення цієї проблеми є забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов в приміщеннях функціональних підрозділів (ПФП) МГ та комплексу в цілому (рис. 1,2).



Рис. 1 – Зовнішній вигляд розгорнутого для роботи пневмокаркасного гумотканевого модуля



Рис. 2 – Розташування медико-санітарного обладнання в ПКМ хірургічного призначення

У той же час, результати експериментальних досліджень аероіонного режиму в приміщеннях спеціального призначення МНС України (ПСП), взагалі, та в приміщеннях функціональних підрозділів мобільного госпіталю МНС України, зокрема, доводять, що спостерігається в них понижена концентрація легких аероіонів (АІ), поряд з іншими нормуємими фізико-хімічними та мікрокліматичними параметрами, в приміщенні, де постійно або тимчасово знаходяться люди, згубно впливає на загальний стан здоров'я і працездатність людей, а саме: знижує швидкість зорових і слухових реакцій, розумову і фізичну працездатність, збільшує швидкість наростання стомлюваності, млявості, неуважності, хронічної втоми, посилює роздратованість, депресивні стани тощо [4,5] (причому, це в рівній мірі стосується наявності в повітрі як негативних так і позитивних легких АІ, тобто аероіонний режим в ПСП повинен бути біполярним). Для ПФП МГ, в певних умовах використання МГ за призначенням на протязі тривалого часу, питання підвищення рівня комфортності для персоналу та постраждалого населення, яке отримує визначені рівні медичної допомоги, набуває особливого значення. Це визначається значимістю, тривалістю й напруженістю процесу та потребує сталих фізико-хімічних та мікрокліматичних параметрів повітряного середовища мешкання (ПСМ) (в тому числі і ступінь іонізованості повітря робочої зони

Толкунов І.О.

ПФП МГ), які для вказаних приміщень являються функціонально необхідними та визначаються чинними нормативними документами [6,7,8].

Отже, з огляду на вищесказане, метою роботи є – підвищення ефективності використання мобільного госпіталю МНС України в умовах надзвичайних ситуацій шляхом штучної біполярної іонізації повітряного середовища приміщень функціональних підрозділів МГ МНС України.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проведений аналіз доводить, що закономірності формування аероіонного режиму в приземних шарах повітря вивчені достатньо добре, а дослідження аероіонного режиму в ПСП в умовах природної іонізації обмежується, як правило, натурними вимірюваннями спектра АІ без розгляду ролі факторів, які обумовлюють його формування [9]. Це в повній мірі стосується і ПФП МГ. Теоретичний розгляд закономірностей аероіонного режиму в ПФП МГ пов'язано зі значними труднощами, оскільки динаміка аероіонного режиму залежить не тільки від конструктивних особливостей споруд у складі ПФП МГ, а й від ступеню їх заповнення людьми, температурно-вологісного режиму, функціонального призначення та характеру діяльності [10].

Огляд робіт щодо техніки іонізації повітря доводить, що для штучної аероіонізації практичне застосування знаходять коронні аероіонізатори на постійній, змінній та імпульсній напрузі, а також генератори аероіонів на високочастотному розряді, які можуть забезпечувати в основному уніполярний режим іонізації повітря в ПСП. Коронуючі системи, що застосовуються в практиці іонізації повітря в ПСП, багаточисельні, та вибір їх типу, в основному, визначається експериментальним шляхом [4,5].

Постановка завдання та його вирішення. Одним із основних вимог, що висуваються до коронного аероіонізатора як до приладу для нормалізації іонного складу повітряного середовища мешкання ПСП, в тому числі ПФП МГ, являється можливість регулювання кількості АІ, що генеруються, яка визначається полярністю, типом та формою напруги на коронуючих електродах, геометричною конфігурацією коронуючої системи (кількістю коронуючих електродів, їх розмірами, відстанню між ними) тощо [11].

Не дивлячись на те, що прилади, які можуть застосовуватися для нормалізації аероіонного режиму в ПСП в основному забезпечують необхідні рівні концентрації легких негативних аероіонів,

Біполярна іонізація повітряного середовища приміщень функціональних підрозділів мобільного госпіталю МНС України

створюючи уніполярні поля концентрації АІ в робочій зоні приміщень, що досліджувалися, але слід відмітити наявність у подібних приладів вузького діапазону регулювання концентрації аероіонів. Крім того, у таких аероіонізаторів в наслідок фізичної природи коронного розряду спостерігається складність створення низьких рівнів концентрації аероіонів, оскільки при мінімально можливій напруженості електричного поля коронного розряду в повітрі утворюється декілька десятків тисяч аероіонів. Тому розглянуті вище методи регулювання та технічні засоби, які реалізують ці методи, не забезпечують гарантовану безпеку при проведенні заходів зі штучної іонізації в ПСП і не дозволяють застосовувати інженерні методи розрахунків для забезпечення нормативних параметрів аероіонного режиму [9].

В роботі був розроблений метод регулювання концентрації аероіонів в повітряному середовищі робочої зони шляхом зміни кількості іонізованого повітря, що подається в приміщення. При цьому режимні параметри коронного розряду (напруга коронування, розподіл електричного поля тощо) не змінюються, практично необмежено розширюється діапазон регулювання концентрації АІ та підвищується стабільність рівнів аероіонізації, які створюються в робочій зоні приміщень.

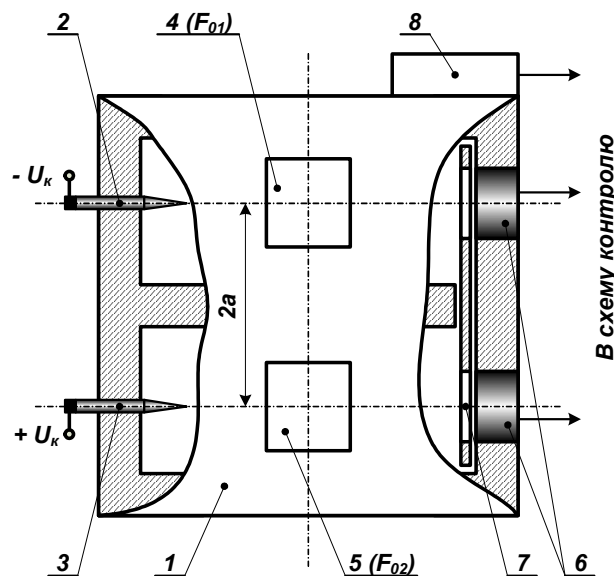


Рис. 3 – Прилад біполярний аероіонізації: 1 – діелектрична камера; 2 і 3 – коронуючі електроди; 4 і 5 – діафрагми, що регулюються; 6 і 7 – отвори для виходу іонізованого повітря, пропускну здатність яких можна регулювати; 8 – блок контролю робочих параметрів приладу

Для реалізації вищезазначеного методу та створення біполярної штучної іонізації повітряного середовища мешкання в ПФП МГ був розроблений генератор АІ (ГА) із незалежним регулюванням іонної працездатності, що працює на принципі коронного розряду з урахуванням закономірностей турбулентних струменів та встановлюється на виході повітророзподільних приладів.

Конструктивно прилад біполярний аероіонізації (рис. 3) виготовлений у вигляді прямокутної діелектричної камери 1, що складається з двох секцій, в яких встановлюються коронуючі електроди 2 і 3, з'єднані відповідно з високовольтними джерелами напруги негативної та позитивної полярності. На виході кожної секції встановлено діафрагми 4 і 5, що регулюються, які дозволяють змінювати площу F_{01} та F_{02} отворів 6 і 7 для виходу іонізованого повітря, відстані між центрами яких $2a$.

В момент витоку іонізованого повітря із отворів утворюються компактні приточні струмені, які спочатку розвиваються як вільні, а, по мірі розповсюдження, в результаті взаємодії зливаються в один здвоєний струмінь. Якщо помістити початок координат в точку, яка ділить відстань $2a$ між центрами приточних отворів навпіл, спрямувавши вісь X паралельно векторам витоку струменів (рис. 4), можна записати рівняння, яке визначає швидкість руху повітря V в довільній точці складного потоку у вигляді

$$V = \frac{m}{x} \left\{ V_{01}^2 F_{01} \exp \left[- \left(\frac{y-a}{cx} \right)^2 \right] + V_{02}^2 F_{02} \exp \left[- \left(\frac{y+a}{cx} \right)^2 \right] \right\} \times \exp \left[- \frac{1}{2} \left(\frac{z}{cx} \right)^2 \right], \quad (1)$$

де V_{01} та V_{02} – швидкість повітря в момент витоку першого та другого струменя, відповідно, м/с; F_{01} та F_{02} – площі поперекових перетинів приточних отворів, м²; x , y та z – координати точки в струмені іонізованого повітря, в якій визначається концентрація АІ, м; a – $1/2$ відстані між осями приточних отворів пристрою, м; m – аеродинамічна характеристика приточного струменя, яка визначає темп затухання швидкості повітря по довжині струменя; c – експериментальна постійна, $c = 0,082$.

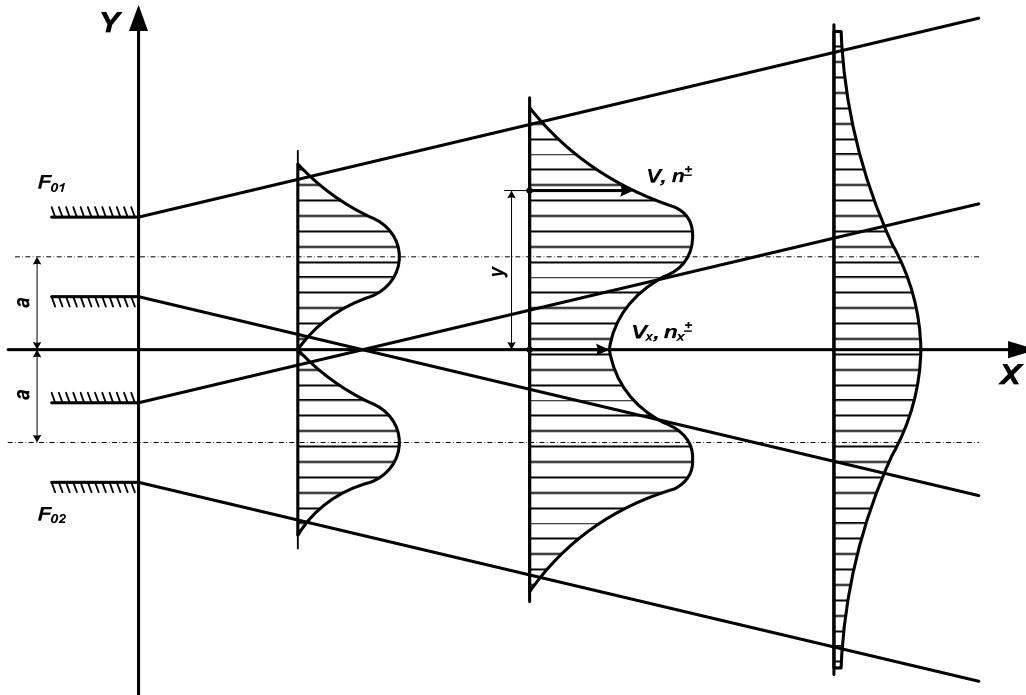


Рис. 4 – Взаємодія двох паралельних приточних струменів між собою: y – координата довільної точки в струмені іонізованого повітря, м; F_{01} та F_{02} – площі поперекових перетинів приточних отворів, м²; V та V_x – швидкість повітря в довільній точці та по осі X відповідно, м/с; $n^\pm$ та $n_x^\pm$ – концентрація АІ в довільній точці та по осі X відповідно, м⁻³

Розглядаючи розвиток струменів в головній площині координатних осей X та Y ($Z = 0$), формулу для швидкості V_x по осі симетрії двох паралельних компактних струменів іонізованого повітря, які взаємодіють між собою, тобто по осі X ($Y = 0$), при рівності швидкостей їх витоку ($V_{01} = V_{02} = V_0$) на більших відстанях від приточних отворів ($x \gg a$) можна записати у вигляді

$$V_x = \frac{m}{x} V_0 \sqrt{F_{01} + F_{02}}. \quad (2)$$

Для вирішення практичних задач обрахування приладу аероіонізації повинно містити розрахунок початкової концентрації негативних та позитивних АІ $n_0^\pm$ на виході приточних отворів та площі цих отворів F_{01} та F_{02} за умови, що концентрація аероіонів $n_x^\pm$ в контрольному перетині, тобто в зоні дихання операторів, по-

винна мати нормативні значення ($n_x^{\pm} = n_{\text{норм}}^{\pm}$) [7,8]. При цьому початкова концентрація та розміри приточних отворів являються кількісними характеристиками приладу аероіонізації та повинні увійти у вигляді параметрів у всі розрахункові формули.

Для розробленого приладу аероіонізації, коли $n_0^- > n_0^+$ та можна не враховувати вплив ефектів електростатичного розсіювання, система диференціальних рівнянь, що описує процеси формування полів концентрації аероіонів у сумісному струмені, може бути записаною у вигляді

$$\begin{cases} \rho_0 V_0^2 (F_{01} + F_{02}) = \int_0^{\infty} \rho V^2 dF \\ n_p^- V_0 F_{01} = \int_0^{\infty} n^- V dF + \int_{x_p}^x dx \int_0^{\infty} \alpha n^- n^+ dF \\ n_p^+ V_0 F_{02} = \int_0^{\infty} n^+ V dF + \int_{x_p}^x dx \int_0^{\infty} \alpha n^- n^+ dF \end{cases} \quad (3)$$

де ρ_0 та ρ – масова щільність повітря, яке витікає з отворів ГА та в довільній точці струменів, кг/м³; $n^{\pm}$ та $n_p^{\pm}$ – надлишкова концентрація легких аероіонів позитивної та негативної полярності в довільній точці приточного струменя та в перехідному перетині струменя, м⁻³; α – коефіцієнт рекомбінації легких аероіонів; dF та dx – елементарна площа поперекового перетину струменя та елементарна відстань, в межах яких швидкість руху повітря в приточному струмені однакова, м² та м; x_p – відстань по осі струменя від приточного отвору до перехідного перетину, м

$$x_p = l \sqrt{F_{01} + F_{02}};$$

l – комплекс коефіцієнтів, які враховують вплив ефектів електростатичного розсіювання і рекомбінації.

Сумісне вирішення (1)...(3) та здійснення необхідних перетворень призводить до отримання розрахункових залежностей, які з достатньою для інженерних розрахунків точністю визначають зміну надлишкової концентрації легких АІ $n_x^{\pm}$ по осі симетрії двох паралельних компактних струменів іонізованого повітря, які взаємодіють

$$n_x^- = \frac{l(n_0^- F_{01} - n_0^+ F_{02})}{x \sqrt{F_{01} + F_{02}} \left\{ 1 - \frac{K_y (F_{01} + F_{02})}{(1 + K_y) F_{01}} \exp \left[-\alpha_u \frac{n_0^- F_{01} - n_0^+ F_{02}}{V_0 (F_{01} + F_{02})} x \right] \right\}}, \quad (4)$$

$$n_x^+ = \frac{l(n_0^- F_{01} - n_0^+ F_{02})}{x \sqrt{F_{01} + F_{02}} \left\{ \frac{(1 + K_y) F_{01}}{K_y (F_{01} + F_{02})} \exp \left[\alpha_u \frac{n_0^- F_{01} - n_0^+ F_{02}}{V_0 (F_{01} + F_{02})} x \right] - 1 \right\}}, \quad (5)$$

де α_u – перший коефіцієнт іонізації Таунсенда; $n_0^\pm$ – надлишкова концентрація легких аероіонів негативної та позитивної полярності у вихідних отворах аероіонізатора, м^{-3} ; K_y – коефіцієнт уніполяризації легких аероіонів, $K_y = \frac{n_0^+}{n_0^-}$.

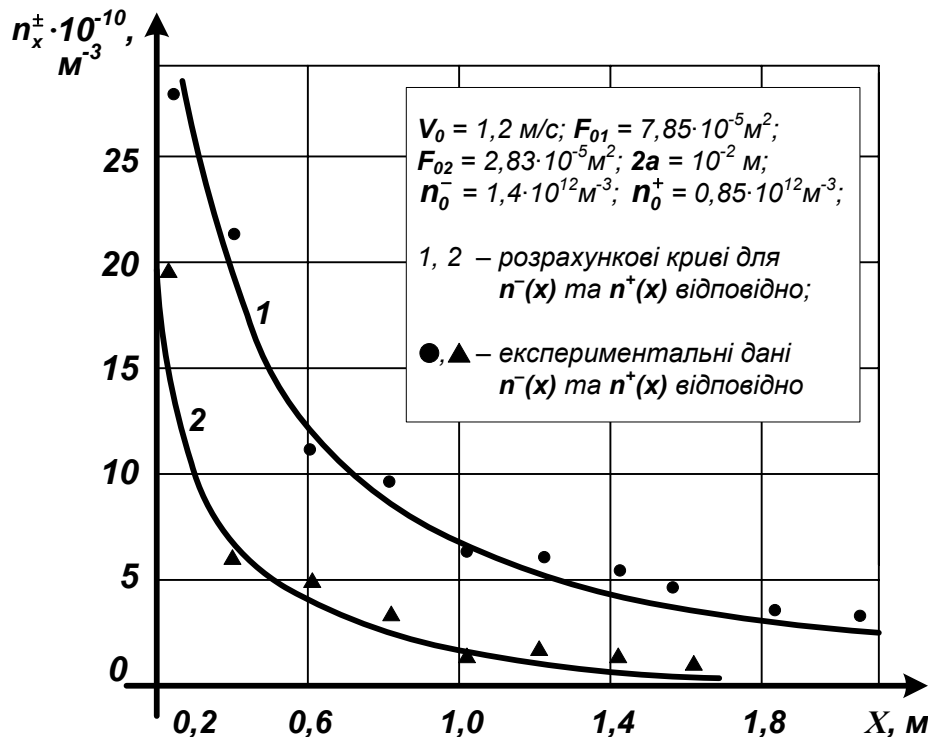


Рис. 5 – Розподіл надлишкової концентрації аероіонів $n_x^\pm$ вздовж осі симетрії двох приточних струменів, що взаємодіють

На рис. 5 приведені результати зміни осьових концентрацій $n_x^{\pm}$, отримані на експериментальній установці, а також розрахункові криві, побудовані із використанням співвідношень (4) та (5). Кореляція результатів розрахунків та експериментальних даних задовільна. Найбільш значні розбіжності спостерігаються в початковій зоні здвоеного струменя іонізованого повітря, що пояснюється тим, що в цій ділянці окремі струмені ще не зазнали впливу один від одного.

Висновки. Як довели дослідження, для нормалізації аероіонного режиму в приміщеннях функціональних підрозділів мобільного госпіталю МНС України найбільш доцільною є біполярна іонізація повітря з використанням коронних генераторів аероіонів.

Розроблений та досліджений біполярний коронний генератор аероіонів, регулювання працездатності якого здійснюється на основі використання закономірностей турбулентних струменів та отримані співвідношення, які з достатньою для інженерних розрахунків точністю можуть бути використаними для обчислення полів концентрацій АІ в приміщеннях спеціального призначення МНС України, в тому числі і в ПФП МГ при роботі розробленого біполярного аероіонізатора.

Установка в ПФП МГ розробленого приладу забезпечить гарантовану безпечність експлуатації та високу ефективність заходів щодо штучної іонізації повітря з одночасним скороченням витрат на їх проведення, що обумовлено можливістю застосування інженерних методів розрахунків при розробці, виготовленні та експлуатації приладів аероіонізації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України від 24 червня 2004 року № 1859-IV «Про правові засади цивільного захисту». – К.: ВВР, 2004, № 39, ст. 488.
2. Постанова КМ України від 14 квітня 1997 року № 343 «Про утворення державної служби медицини катастроф».
3. Наказ МНС/МОЗ/МЄтаПЄІ/МФ України від 25 листопада 2002 року № 262/424/329/988 «Про затвердження Програми матеріально-технічного переоснащення мобільного госпіталю, який належить до сфери управління МНС України».
4. Анисимов Б.В. Аэроионный режим герметических камер и влияние ионизированного воздуха на организм человека при

- длительном пребывании в герметичной камере: Автореф, дис...канд. биол. Наук / Анисимов Борис Владимирович. – М.: 1973. – 22 с.
5. Сторчевой В.Ф. Ионизация и озонирование в птицеводстве: дис...доктора техн. наук / Сторчевой Владимир Федорович. – М.: РГБ. 2003. – 283 с.
 6. Наказ МНС України від 07 травня 2007 року № 312 «Про введення в дію Правил безпеки праці в органах і підрозділах МНС України».
 7. ГНАОТ 0.03-3.06.80 Санитарно-гигиенические нормы допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений № 2152-80.
 8. ССТБ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. ГОСТ 12.1.005-88. – М.: Стандарт, 1988. – 25 с.
 9. Толкунов І.О. Деякі аспекти забезпечення нормативного аероіонного режиму робочого середовища приміщень спеціального призначення МНС України / І.О. Толкунов, В.В. Маринюк, І.І. Попов, В.В. Пономар // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х.: УЦЗУ, 2008. – №8. – С.198-206.
 10. Толкунов І.О. Вплив природних джерел аероіонізації на процеси формування полів концентрації аероіонів у повітряному середовищі приміщень / І.О. Толкунов, І.І. Попов // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Вип. № 1 (27). – Харків: ХУПС, 2011. – С.243-246.
 11. Толкунов І.О. Моделювання процесів формування полів концентрації аероіонів у повітряному середовищі приміщень спеціального призначення МНС України / І.О. Толкунов, І.І. Попов // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х.: НУЦЗУ, 2010. – №12. – С.175-184.

Толкунов І.А.

Биполярная ионизация воздушной среды помещений функциональных подразделений мобильного госпиталя МЧС Украины

Обоснована целесообразность биполярной аэроионизации помещений функциональных подразделений мобильного госпиталя МЧС Украины. Предложена конструкция биполярного регулируемого аэроионизатора и определены соотношения, позволяющие оценить аэроионный режим помещений при использовании разработанного биполярного генератора аэроионов

Ключевые слова: Государственная служба медицины катастроф, мобильный госпиталь, помещения функциональных подразделений мобильного госпиталя МЧС Украины, аэроион, аэроионизация, биполярный генератор аэроионов

Tolkunov I.A.

Bipolar ionization of air environment of apartments of functional subdivisions of mobile hospital of Ministry of emergency measures of Ukraine

Expedience of bipolar aeroionization of apartments of functional subdivisions of mobile hospital of Ministry of emergency measures of Ukraine is grounded. The construction of the bipolar managed aeroionizer is offered and correlations, allowing to estimate the aeroionic mode of apartments at the use of the developed bipolar generator of aeroions

Key words: Government service of medicine of catastrophes, mobile hospital, apartment of the special setting Ministry of emergency measures of Ukraine, aeroion, aeroionization, bipolar generator of aeroions

УДК 351.861

*Тютюнник В.В., канд. техн. наук, докторант, НУЦЗУ,
Чорногор Л.Ф., д-р фіз.-мат. наук, проф., ХНУ,
Калугін В.Д., д-р хім. наук, проф., НУЦЗУ*

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ НЕБЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ТЕРИТОРІАЛЬНО-ЧАСОВОМУ РОЗПОДІЛІ ЕНЕРГІЇ ДЖЕРЕЛ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

У роботі представлено основи системного підходу до оцінки небезпеки життєдіяльності в умовах надзвичайних ситуацій (НС) з урахуванням територіально-часового розподілу енергій джерел небезпек різної природи з метою удосконалення комплексної системи попередження НС в Україні

Ключові слова: системний підхід, джерело небезпеки, територіально-часовий розподіл, енергетика надзвичайних ситуацій, комплексна система попередження надзвичайних ситуацій

Постановка проблеми. Надзвичайні ситуації, як результат виникнення та розвитку джерел небезпек, мають дестабілізуючий вплив на соціально-економічний розвиток держави [1 – 5], захист від яких є актуальною науково-практичною задачею.

Аналіз стану небезпеки життєдіяльності в Україні в умовах НС за результатами проведених моніторингових досліджень [6, 7] за період 2002 – 2010 рр. [8 – 16] свідчить про зменшення техногенної небезпеки, що пов'язано зі зменшенням потужностей про-

Системний підхід до оцінки небезпеки життєдіяльності при територіально-часовому розподілі енергії джерел надзвичайних ситуацій